



THERMOS

Die Entwicklung emissionsarmer Wärme- und Kälteversorgungsnetze vorantreiben

Train-the-Trainer Programm:

**Modul 2: Energy System Mapping and Modelling with
THERMOS**

Author CSE/Imperial College





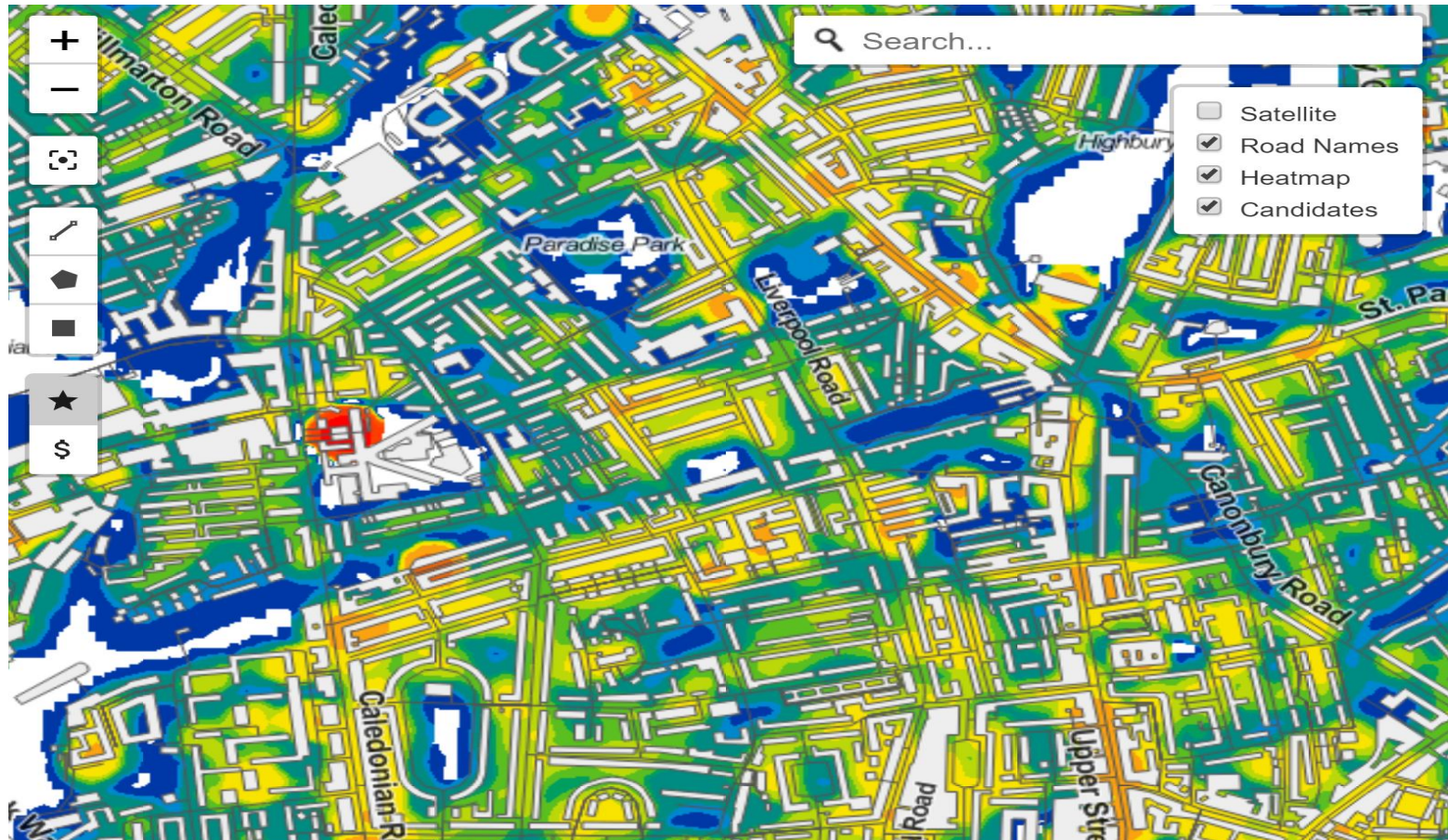
Willkommen zu Modul 2 des THERMOS Train-the-Trainer Programms!

Das Modul ist in folgende drei Teile gegliedert:

- 2.1 Energiesystem Kartierung
- 2.2 Energiesystem-Modellerierung
- 2.3 Thermal Energy Resource Modelling and Optimisation System (THERMOS)



1. Energiesystem Kartierung





Inhalt

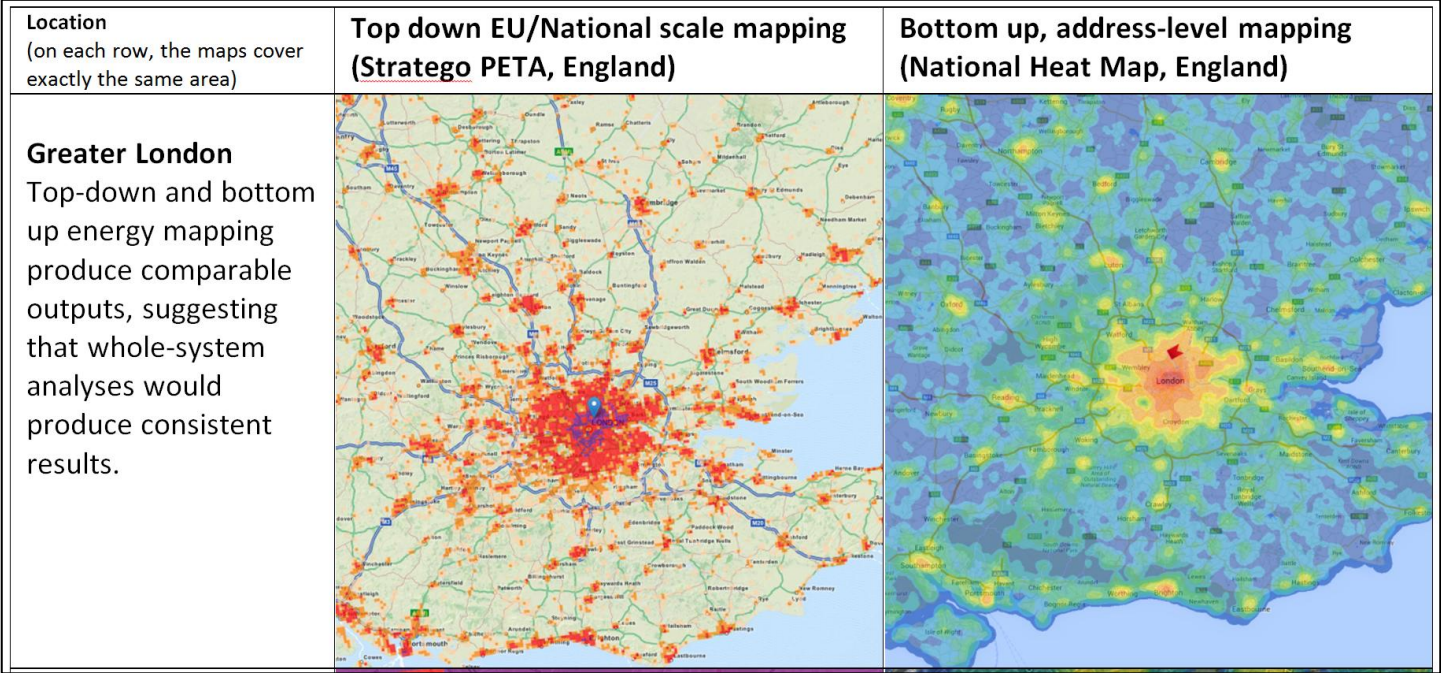
Der erste Teil des Moduls beinhaltet folgende Punkte:

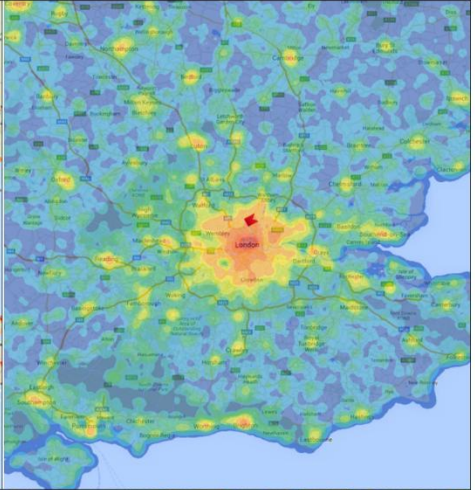
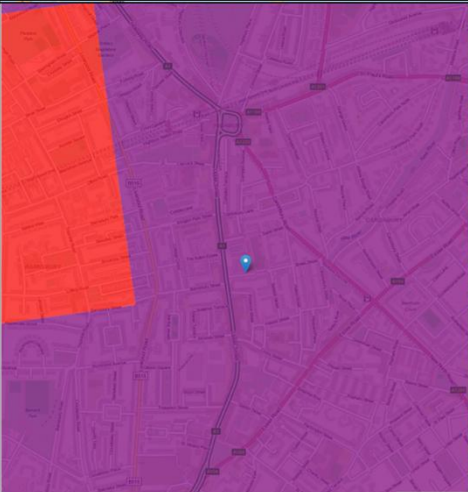
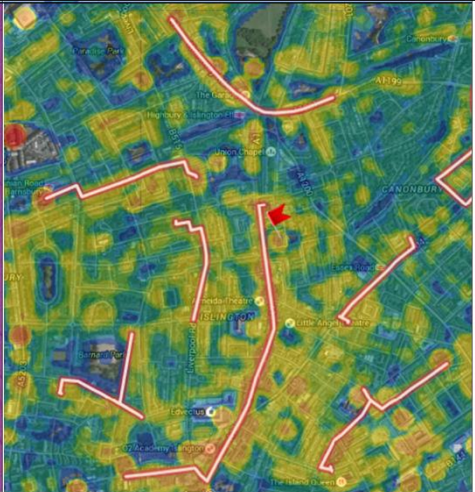
- Konzept
- Methoden
- benötigte Daten und Energiequellen
- Anwendungsbeispiele



Einführung

- Eine gute Kartierung des Energiesystems ist eine notwendige Voraussetzung für eine Energiesystem-Analyse.
 - Top-down Kartenmaterial existiert auf kontinentaler und nationaler Ebene aber es fehlen jedoch häufig **spezifische, ortsgebundene Informationen** zur Entwicklung von Energieinfrastrukturen.
- THERMOS zielt darauf ab, diese Lücke zu schließen mit Hilfe der Entwicklung und Veröffentlichung eines state-of-the-art Ansatzes zur Entwicklung von adressscharfen Kartenmaterial für Energiesystem-Analysen ("**address-level energy system maps**") . Dieses Kartenmaterial wird in der **THERMOS Software** enthalten sein.

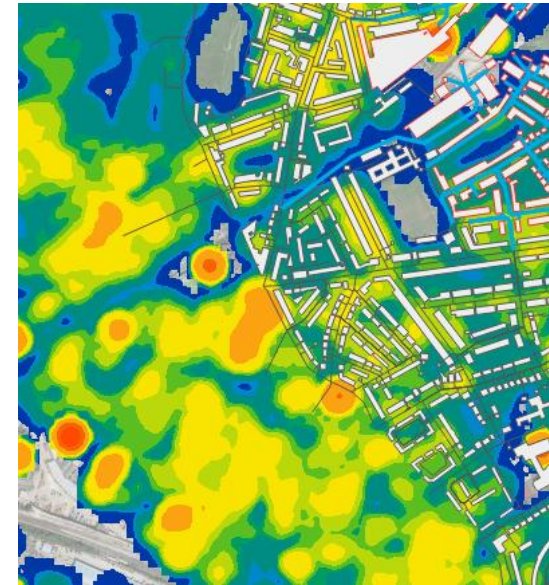


Location (on each row, the maps cover exactly the same area)	Top down EU/National scale mapping (Stratego PETA, England)	Bottom up, address-level mapping (National Heat Map, England)
Greater London Top-down and bottom up energy mapping produce comparable outputs, suggesting that whole-system analyses would produce consistent results.		
Islington Top-down mapping lacks detail required for identification of specific options. Address-level mapping enables and analysis of potential networks (the image here can be viewed live at http://tinyurl.com/LBI-networks)		



Wesentliches zum Kartierungsansatz in THERMOS

- Hochauflösende räumliche Darstellung des örtlichen Energiesystems.
- Entwicklung und Veröffentlichung eines neuen Standards zur Erstellung von Wärmekarten um kommunale Infrastrukturplanungsprozesse zu untermauern.
- Bottom-up-Ansatz für adressscharfe Wärmeverbräuche unter Anwendung modellierter Gebäudecharakteristika oder empirischer Verbrauchsdaten.





Wesentliches zum Kartierungsansatz in THERMOS

- Hochauflösende, räumliche Energiesystem-Datensets, z. B. Energieversorgung (inklusive Sekundärressourcen wie Abwärme), Stromnetze, Gebäudeeigenschaften, Straßen/ Wegenetzwerk Topologie, etc...
- Über Grenzen hinweg replizierbar und die Nutzung von Open Data wenn möglich.
- Voll integriert in die THERMOS Open Source Webanwendung für eine robuste Energiesystem Kartierung und Modellierungsanalyse.





Kartierungsmethodologie entwickelt als Teil eines vierstufigen Prozesses um THERMOS Webkarten zu erstellen

1. Entwicklung der Methodologie für die Erstellung von adressgenauen Energiebedarfskarten
2. Sammlung von Geodaten des Energiebedarfs, vorerst für „Pilotstädte“ Islington (GB), Granollers (Spanien), Warschau (Polen) und Jelgava (Lettland)
3. Sammlung und Management von zusätzlichen Energiesystemdaten
4. Visualisierung und Veröffentlichung des Energiebedarfs sowie zusätzlicher Layer in einer Internet-Anwendung, um Web-Kartenmaterial für jede Pilotstadt zu erzeugen.



Wir alle kennen
diese Sicht auf
die Welt:





Aber für THERMOS
müssen wir eine
Region wie hier
aufgezeigt,
betrachteten:





Punkte bilden Orte
und Energie-
verbräuche von
Gebäuden ab
sowie Orte wo
Energie erzeugt
wird.





Punkte bilden Orte und Energieverbräuche von Gebäuden ab sowie Orte wo Energie erzeugt wird.

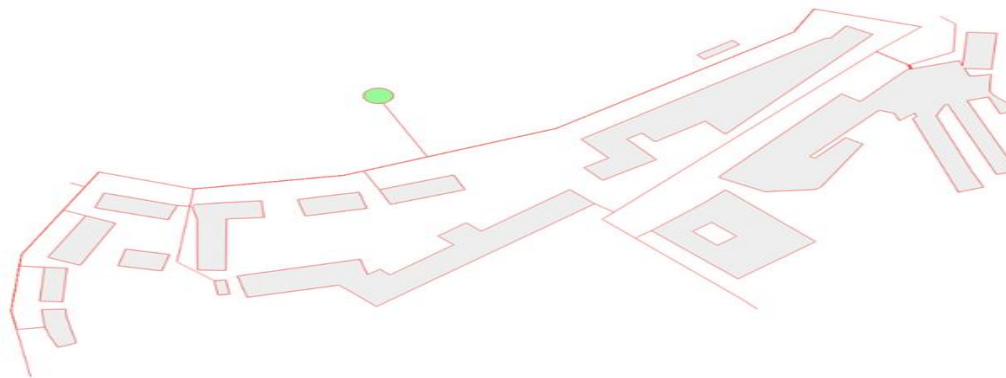


Linien stehen für mögliche Routen/Verbindungen über die Energie verteilt werden könnte.



Um das Model entwickeln zu können, brauchen wir:

1. Energieverbräuche (Schätzungen) für bestehende oder neue Gebäude (Punkte)
2. Schätzungen über Erzeugungsdaten für bekannte/potenzielle Wärmequellen (Punkte)
3. Eine Darstellung des Straßennetzes (Linien)





Abschätzung des Wärmebedarfs in Gebäuden (1/5)

Der THERMOS-Ansatz benötigt sämtliche / oder einen Teil der Informationen über:

- 3D Gebäudeform/Größe
- Innen- und Außentemperaturen
- Angaben zur Gebäudeenergieeffizienz und Raumwärmebedarf
- andere Benchmark Modelle



Abschätzung des Wärmebedarfs in Gebäuden (2/5)

a) 3D Gebäudeform / Größe wird ermittelt über:

- **Daten zur Bodenfläche**– z.B. von OpenStreetMap, werden oft als ein angemessener Indikator für den Wärmebedarf genutzt
- **LIDAR (Light Detection and Ranging)** Daten
- **Gebäudeart / Nutzungsdaten** – z. B. wenn keine LIDAR Daten vorliegen, werden genutzt um die Anzahl der Stockwerke in einem Wohngebäude zu schätzen



Abschätzung des Wärmebedarfs in Gebäuden(3/5)

- b) Innen- und Außentemperaturen werden ermittelt mit Hilfe von:
- **Eine Auswahl an unterschiedlichen Klimaarchiven für Außentemperaturendaten** – z.B. Wikidata hat monatliche Durchschnittstemperaturen
 - **Empirisch erhobene Daten für Innentemperaturdaten** – z.B. das EFUS Datenset für Großbritannien enthält Schätzungen zu Spitzen- und Durchschnittsinnentemperaturen.



Abschätzung des Wärmebedarfs in Gebäuden (4/5)

- c) Gebäudeenergieeffizienz und Raumwärmebedarf wird ermittelt mit Hilfe von:
- **Schätzung der U-Werte** – ermittelt über die gesamte Gebäudehülle und Innen/Außentemperaturen (wo Energieanforderungen bekannt sind) oder über Referenztabellen / Umfragedaten von typischen Gebäudeelementen.
 - **Raumwärmebedarf** wird dann berechnet über die Innen/Außentemperaturdifferenz, Wärmeverlustrate (von den U-Werten) und geschätzter Einfluss von Ventilatoren, thermisch wirksame Masse und Einwirkung von Sonneneinstrahlung.



Abschätzung des Wärmebedarfs in Gebäuden (5/5)

d) andere Benchmark Modelle

- **Warmwasserbedarf** – in Bezug Gebäudenutzung
- **Standard Gebäudeeffizienz benchmarks** – z. B. Raumwärmebedarf (kWh/m²) für Neubauten
- **Kalibrierung auf die Region** – Nutzung von empirischen Energiedaten vor Ort
- **Wärmelastprofile** – real gemessene oder modellierte Daten



Schätzungen der Erzeugungsdaten für bekannte / potenzielle Wärmequellen

Nutzung von erhobenen Energiedaten vor Ort bei bestehender potenzieller Wärmeerzeugungsanlagen und Vorschläge für neue Anlagenstandorte.

Mögliche Quellen:

- bestehende Heiz(kraft)werke
- Abwärmemengen aus Kraftwerken
- Abwärme aus anderen Quellen ((Ab-)Wasser, Luft, Industrieprozesse...)
- Solarthermische Anlagen
- Waste-to-energy usw.





Zur Darstellung des Straßennetzes

Ausgangsannahme ist, das Versorgungsnetze mit dem Straßennetz verlegt werden. Der Ansatz benötigt:

- Straßenverläufe
- Die Orte (Punkte) der Wärmequellen und Wärmesenken
- Kostenanalyse, um die Punktpaare zu verbinden





Fallbeispiel: Datenquellen in Großbritannien

Abschätzung von Energieverbräuchen:

Parameter	Quelle
3D Gebäudemodelle: • LIDAR • OpenStreetMap	• http://environment.data.gov.uk/ds/survey/#/survey • www.openstreetmap.org
Gebäudetypologien: • Ordnance Survey • OpenStreetMap	• www.ordnancesurvey.co.uk/business-and-government/products/topography-layer.html • www.openstreetmap.org
Innentemperaturen: • EFUS • BEES	• www.gov.uk/government/statistics/energy-follow-up-survey-efus-2011 • www.nist.gov/services-resources/software/bees



Fallbeispiel: Datenquellen in Großbritannien

Abschätzung von Energieverbräuchen:

Parameter	Source
Außentemperaturen	
Empirische Verbrauchsdaten: • Energy Performance Certificates (EPCs) (Gebäudeenergieausweise)	• www.epcregister.com/
Richtwerte für Energieverbräuche pro Geschossfläche: • CIBSE guide F	• www.cibse.org/Knowledge/knowledge-items/detail?id=a0q20000008I7oTAAS
Brennstoffverbrauchsdaten: • Gov.uk energy statistics	• www.gov.uk/government/collections/sub-national-gas-consumption-data





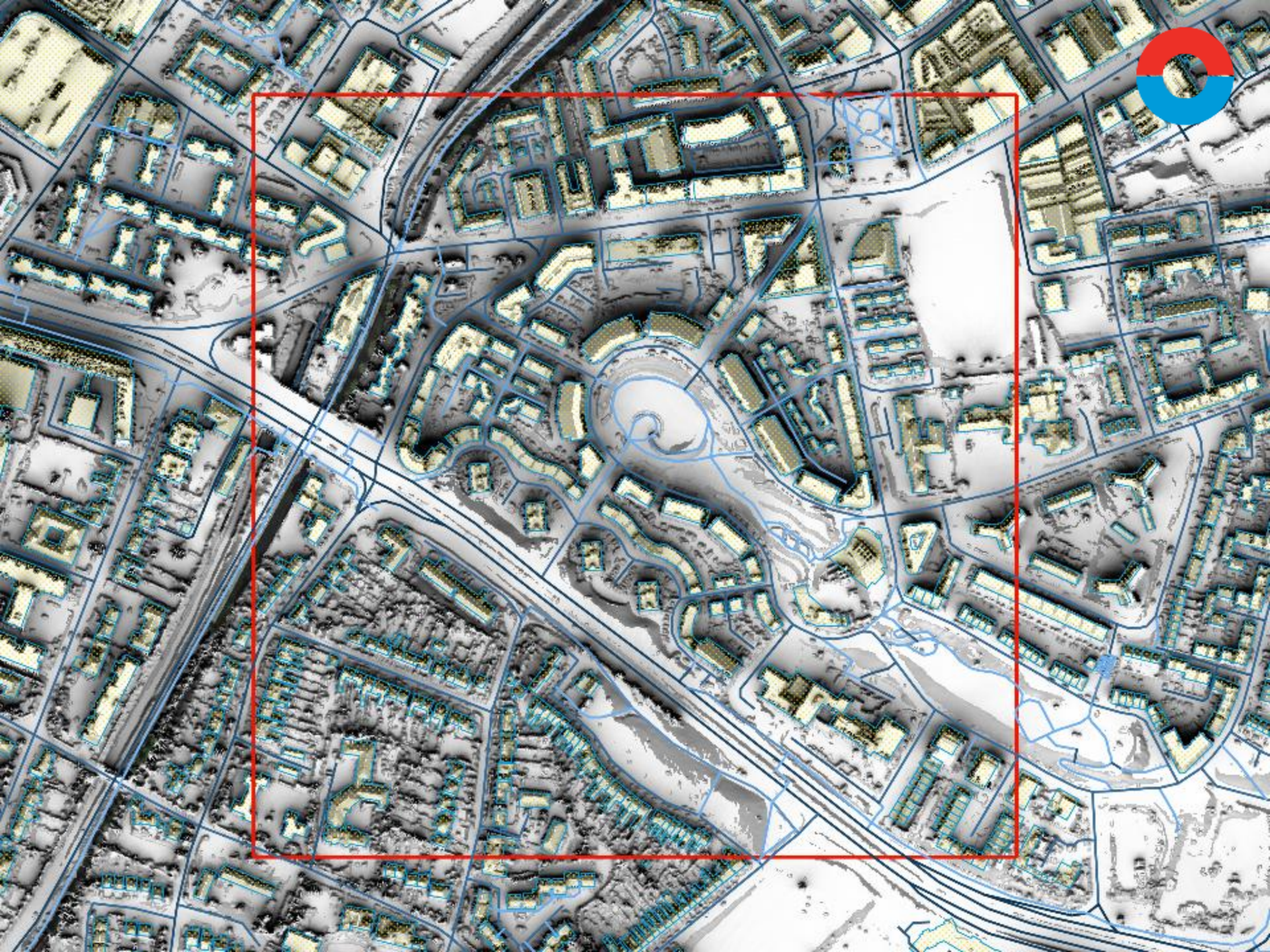


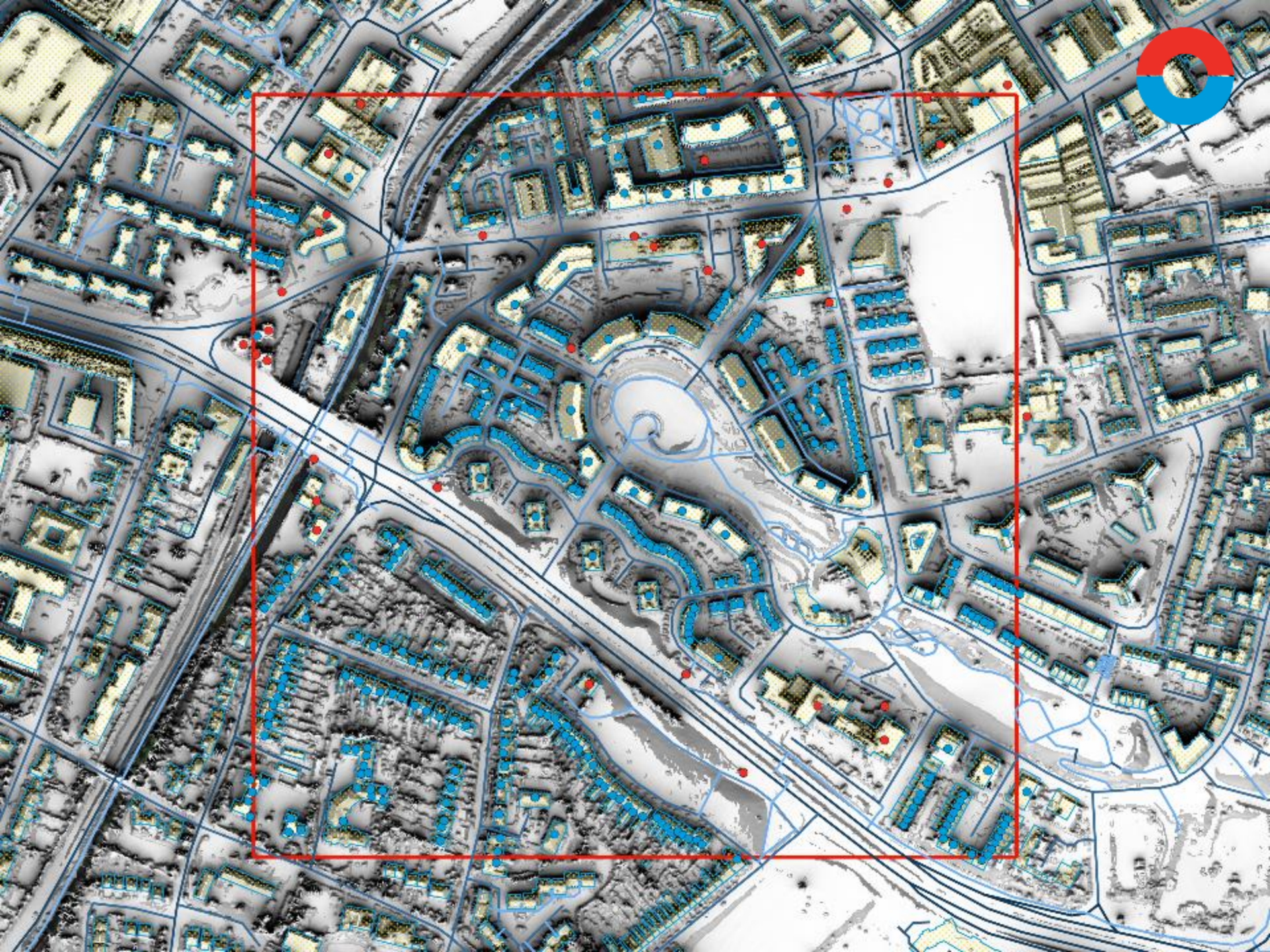














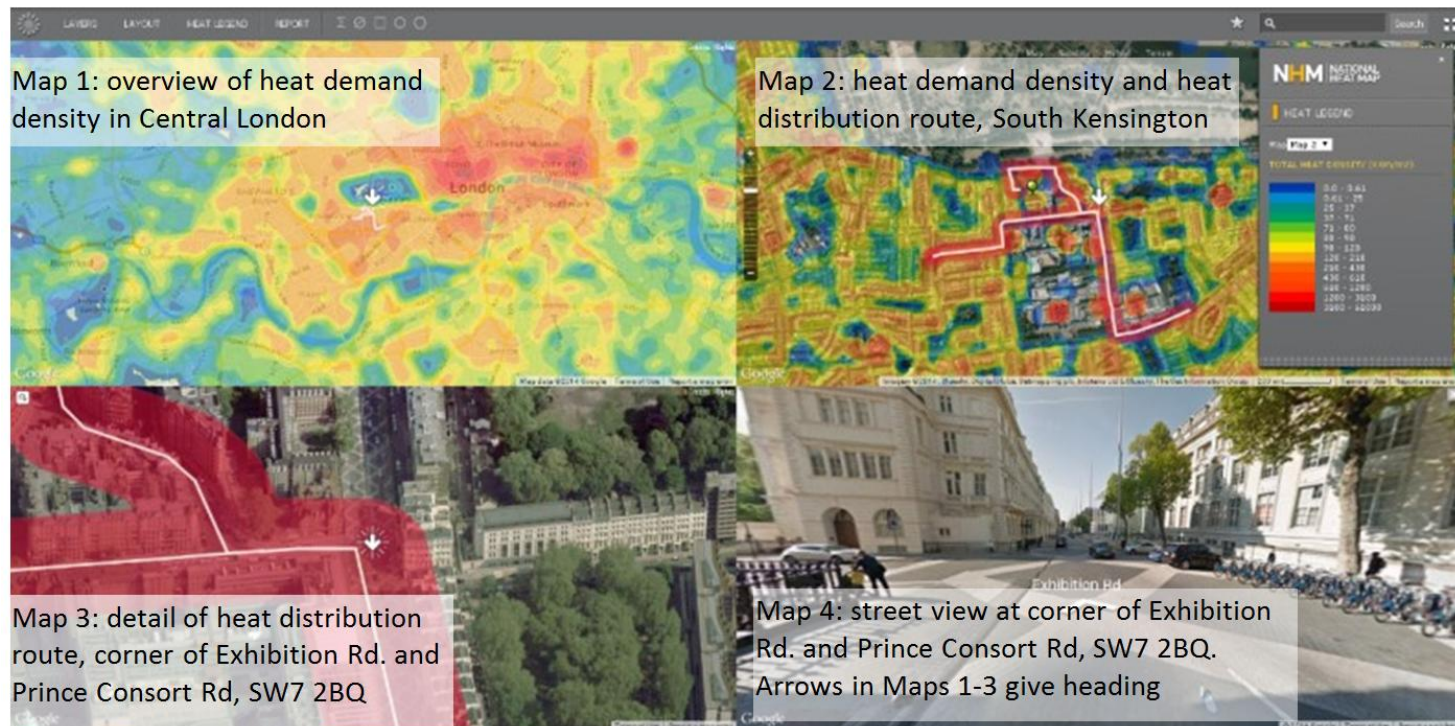






Nationale Wärmekarte- Großbritannien

Ein adressenscharfes Wärmebedarfs-Modell mit internetbasierter Visualisierung und Analyse-Werkzeugen.



<http://nationalheatmap.cse.org.uk/>



Stratego Projekt / Heat Roadmap Europe

- <http://stratego-project.eu/>
- <http://www.heatroadmap.eu/>

Der Output hier beinhaltet die Entwicklung eines [Pan-European Thermal Atlas](#) der netzbasierte Wärmebedarfskarten für die EU enthält, die dabei geholfen haben das Potenzial für Wärme- und Kältenetze zu veranschaulichen (innerhalb der MS und EU-weit)



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union

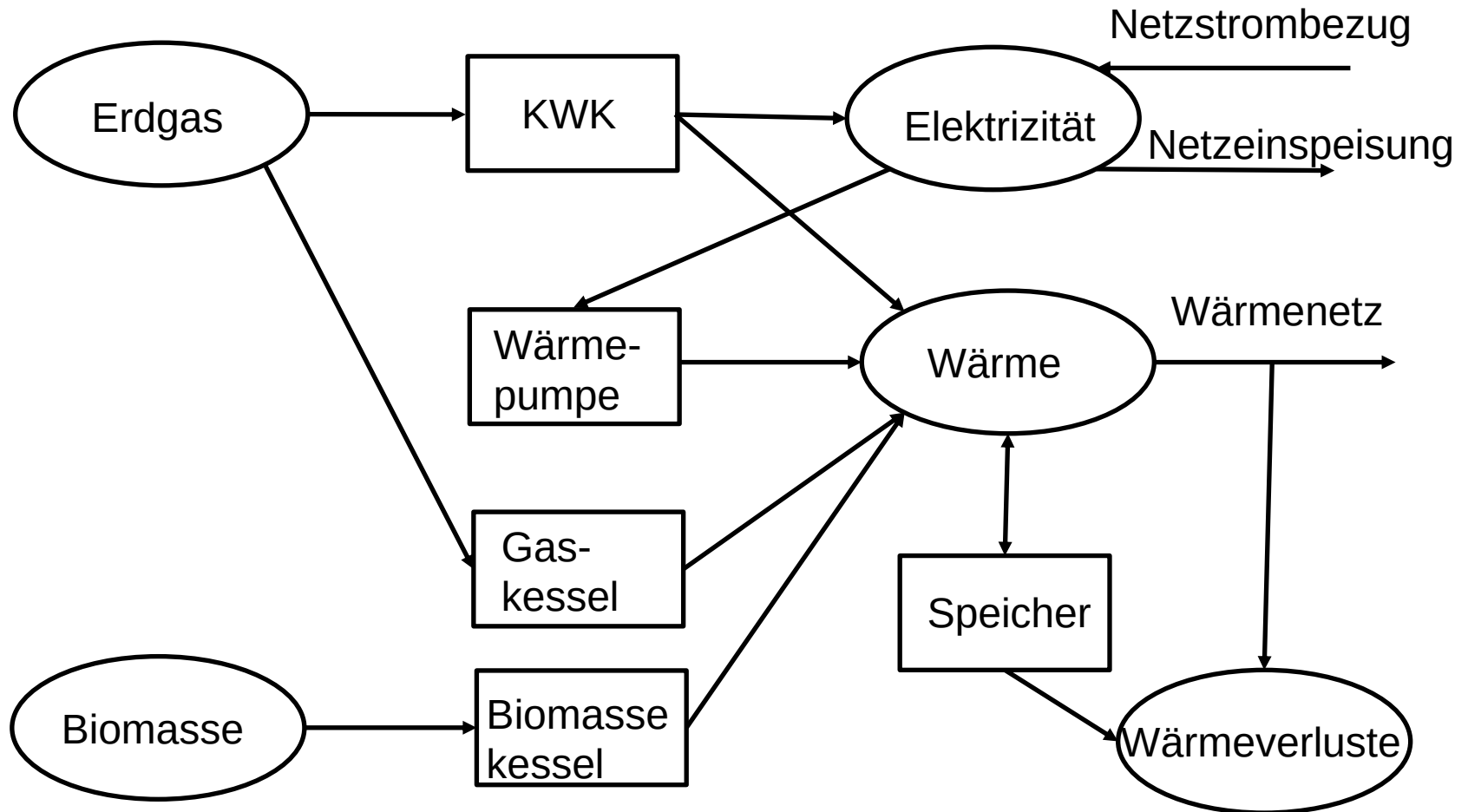




Zusammenfassung – Energiesystem Kartierung

- **THERMOS** integriert State-of-the-Art Wärmekartierungstechniken unter Anwendung eines adressscharfen Bottom-Up Ansatzes
- Nutzt Energiebedarfe von Gebäuden und Wärmeerzeugungsquellen inklusive Abwärme
- Darstellung von Straßenverläufen – wird als Basis für die Planung von Energieverteilsystemen genutzt
- Zielt darauf ab flexible zu sein was Dateninputquellen betrifft, um die Nutzung von Annäherungswerten und gemischten Datensätze zu ermöglichen.
- Online Wärmekarten werden für die vier THERMOS Pilot Städte erstellt.

2.2 Energiesystem-Modellierung





Inhalt

Der zweite Teil des Moduls beschäftigt sich mit den folgenden Punkten:

- Konzept
- Methodik
- Benötigte Daten und Wärmequellen
- Praxisbeispiele



Einführung

- Ansteigende Urbanisierung (UN DESA, 2014)
 - 54% der Weltbevölkerung lebt in urbanen Räumen.
 - Anstieg auf 66% bis 2050.
- Global energy assessment (GEA, 2012)
 - 56-78% des Endenergieverbrauchs erfolgt in Städten.
- Urbane Energiesystem-Modelle
 - Verbessertes Verständnis über urbane Energieverbräuche.
 - Analyse von Politiken/ Förderinitiativen, Investitionen in Infrastruktur.



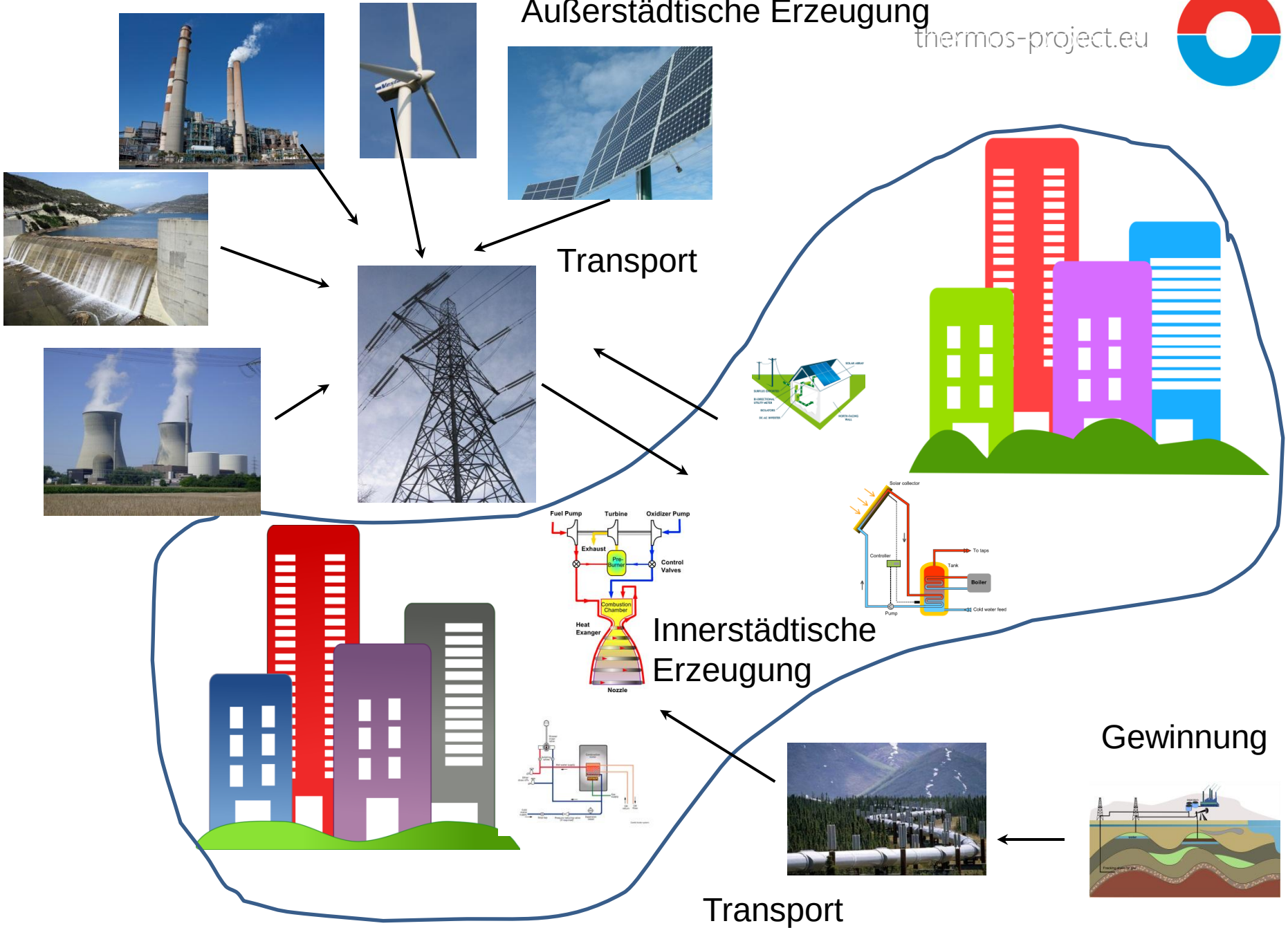
Urbanes Energiesystem

Ein formelles System welches die vernetzten Prozesse von Energieerzeugung und –verbrauch zur Sicherstellung des Energieservicebedarfs in einem urbanen Raum darstellt:

- Ex-urbane Prozesse für Ressourcengewinnung, Energieerzeugung und Transport
- Damit einhergehende Kosten und Treibhausgasemissionen
- Potenzielle Prozesse für Energieerzeugung und –umwandlung in der Stadt

Außerstädtische Erzeugung

thermos-project.eu





Urbane Energiesystemmodelle

- Technologien
 - z.B. Wind, Solar, Waste-to-energy
- Gebäudedesign
- Urbanes Klima
- Policy assessment Modelle
- Systemdesign Modelle
 - Modelle basierend auf Optimierung
 - Trade-off zwischen unterschiedlichen Technologien
 - Spezifische Ziele (z.B. CO2 Minderungsziele)

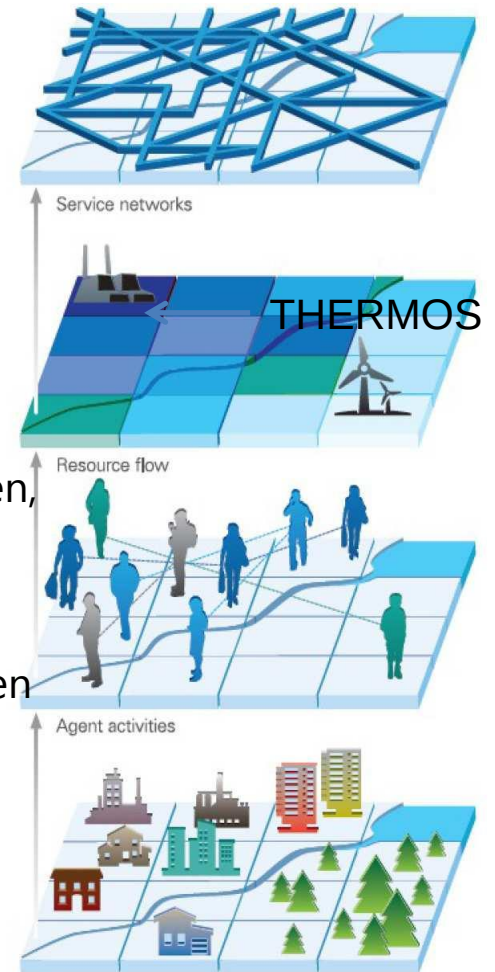


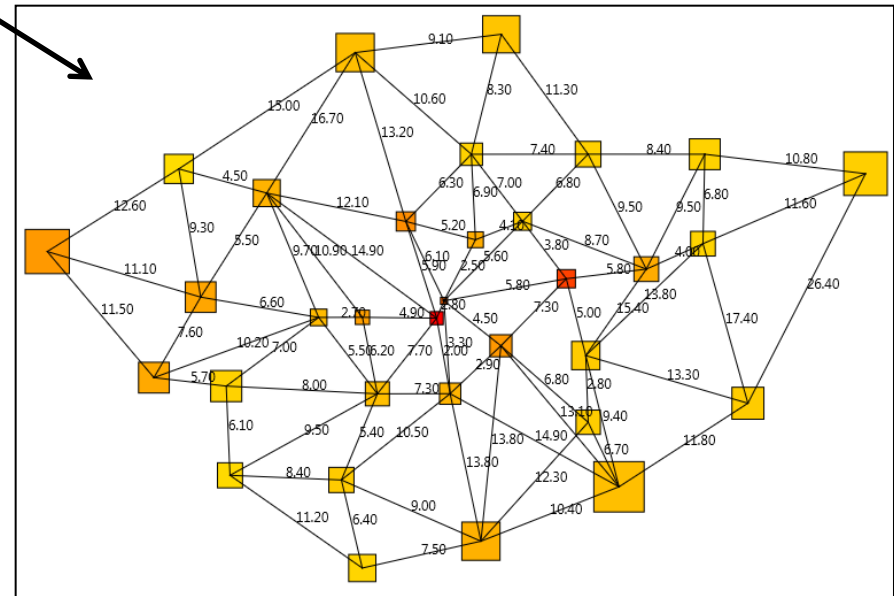
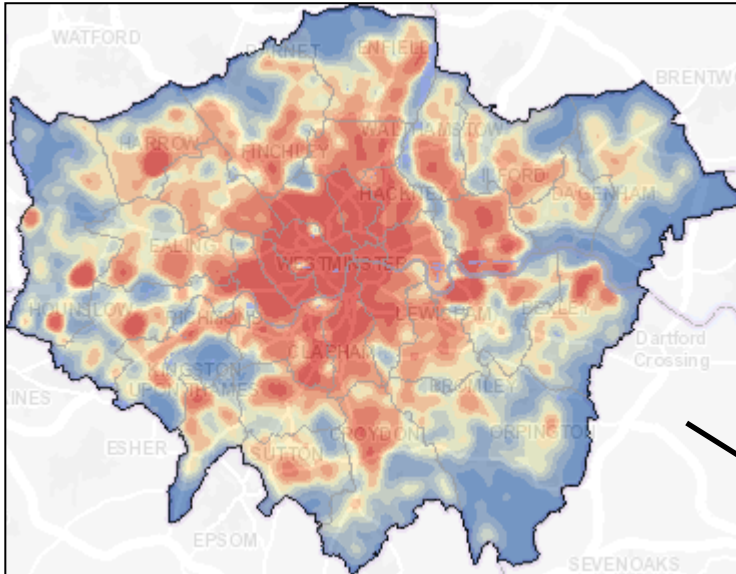
System-Modelle

- Allumfassende Betrachtung
 - Technologien, Wirtschaftlichkeit, Umwelteinflüsse
 - Berücksichtigung relevanter Wechselwirkungen
 - Urbane Systeme sind komplex
 - Herunterbrechen von Systemen, um sie handhabbar zu machen
 - Ableitung, um formelle netzbasierte Modelle zu erstellen
 - Anpassung der Detailtiefe, um Modelle zu skalieren
 - Stadt ↔ Bezirk ↔ Nachbarschaft

Ableitung

- Modell zur Landnutzung
 - Gegebene aggregierte Aktivitäten, Gebäudetypen und Transportverbindungen werden erfasst
 - Optimierung von Gebäude- und Transportkosten
- Mobilitätsmodelle
 - Simulation von Personenaktivitäten und Bewegungskorridoren, um Energiebedarfe abzuschätzen
- Modelle für Ressourcenströme
 - Gegebene räumliche und zeitliche Verteilung von Verbräuchen werden erfasst
 - Optimierte Auswahl und Verortung von Prozessen zur Verbrauchsdeckung
- Modelle für Dienstleistungsnetzwerke
 - Design von Netzwerken, um Energieströme zu transportieren





Abstrahierung für die inhaltliche Entwicklung eines Netzwerkmodells.

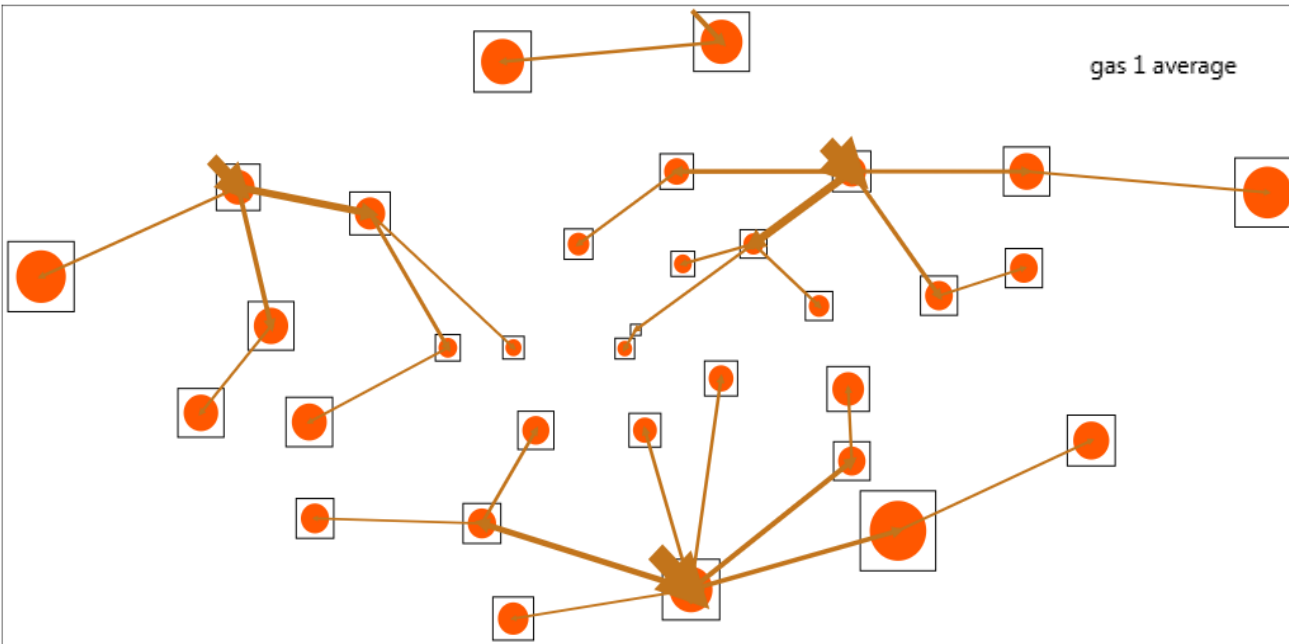
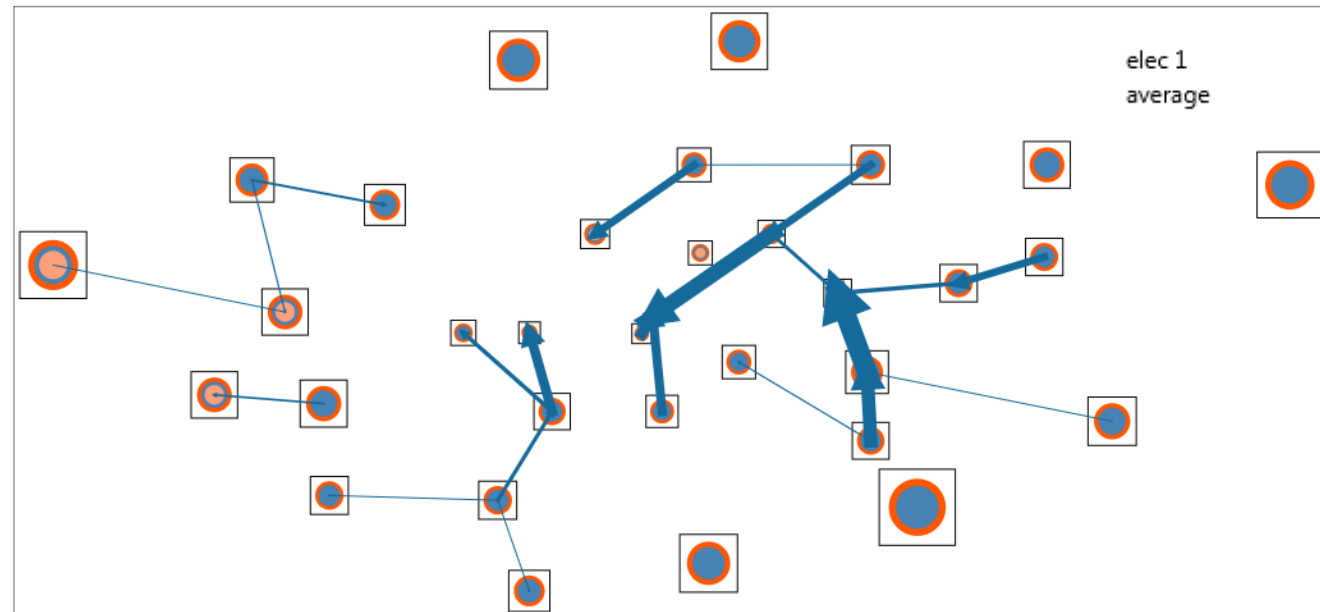


Gasimport und -
verteilung für
KWK-Anlagen

- eheater
- large_chp
- spaceGSHp-h
- wind_med

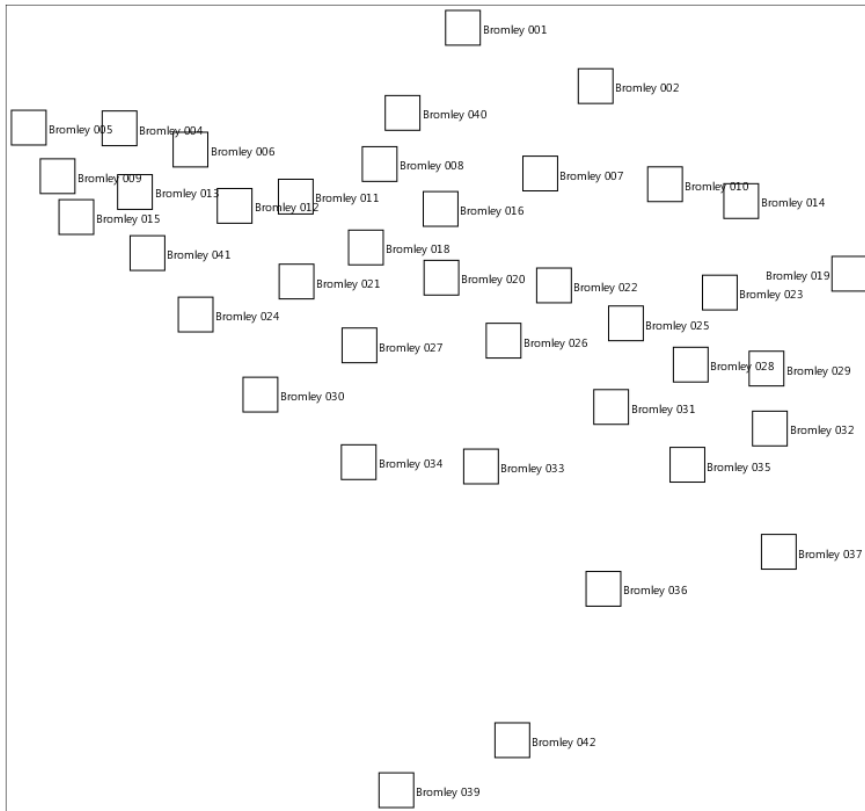
Interaktionen in
Netzwerken

Verteilung der vor
Ort erzeugten
Elektrizität

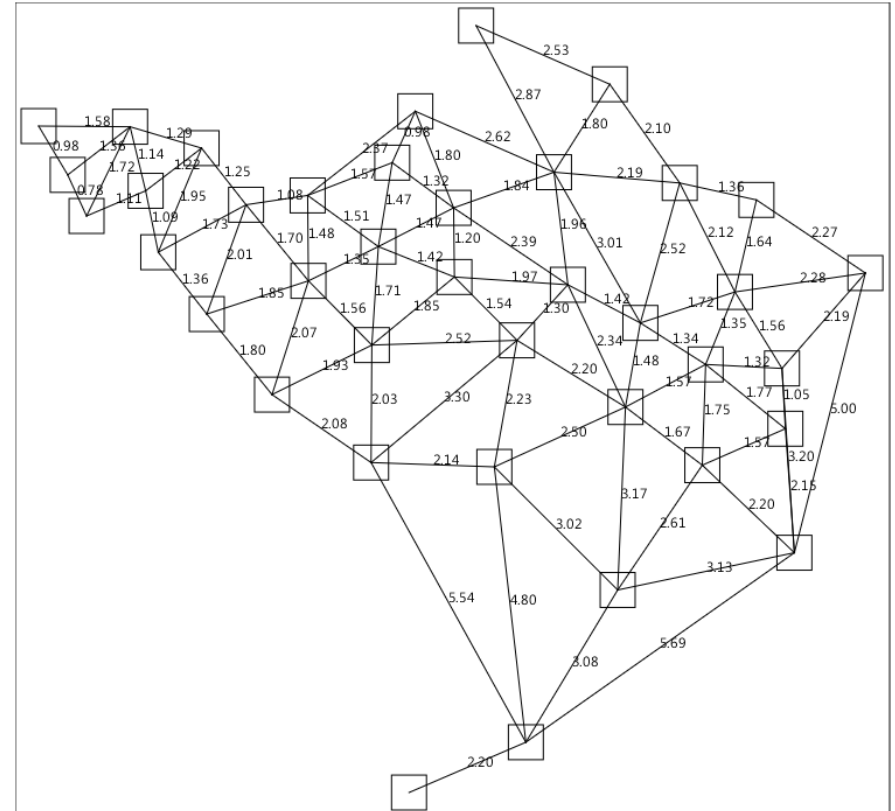


Quartiersmodell

Bromley (Stadtteil von London)



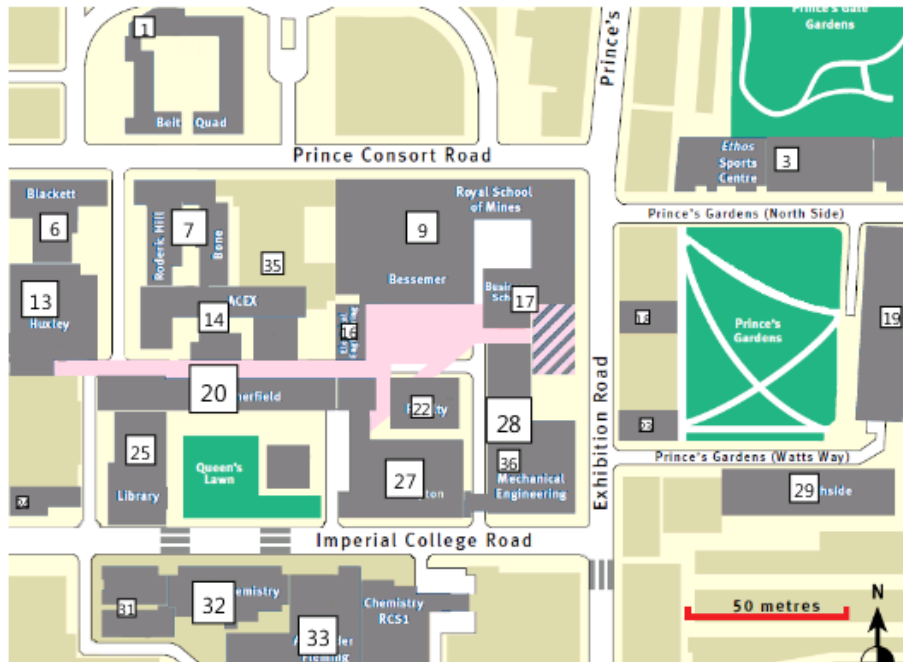
Zellen im Netz



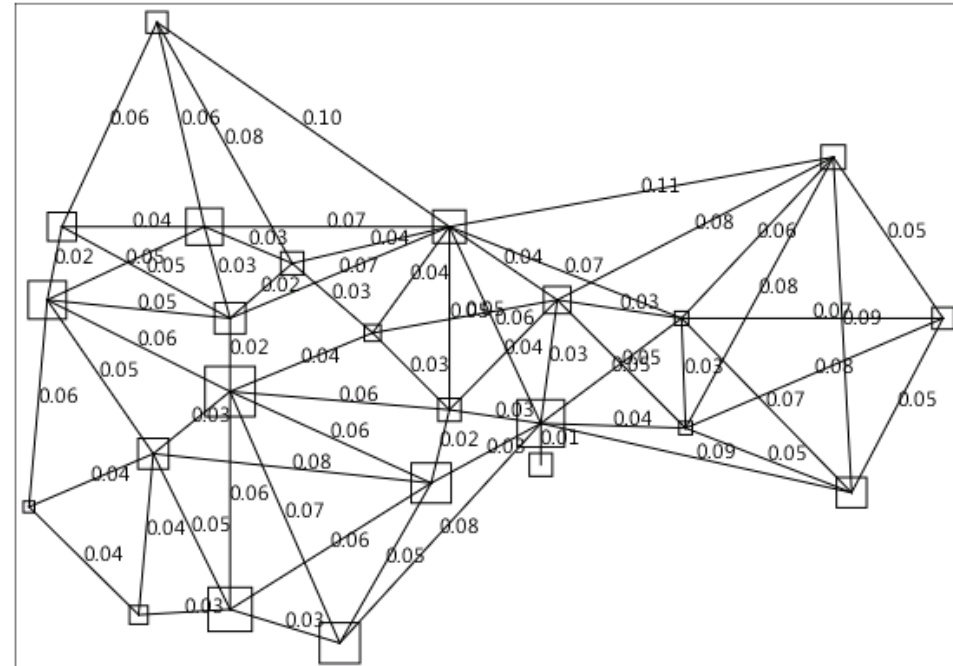
Das Netzwerk

Die unmittelbare Nachbarschaft als Modellebene

Der South Kensington Campus des Imperial Colleges



Einzelne Zellen im Netz



Das Netzwerk



System Methoden und Ergebnisse

- Umfassendes Model
 - enthält wirtschaftliche, technische und klimaschutzrelevante Aspekte
- Beurteilung/Bewertung der Erzeugungsoptionen
 - Erneuerbare, Kraftwärme(kälte)kopplung, Kaskadennutzung, Abwärmenutzung
 - Learnings und Technologieverbesserungen
- Quantifiziertes Zahlenmaterial
 - zu Wirtschaftlichkeit
 - zu Umwelteinflüssen
- Geschäftsmodelle und Fördermöglichkeiten
 - Tarife/Preise, Rückzahlungen, Emissionsziele



Modell-basierte Entscheidungen

- Auswahl von Technologien: Art, Größe, Standort
- Größenordnungen/Technologien
 - Spitzenlast-, Teillastbetrieb
 - Größere Aufgabenstellung: Aufbau eines Wärmenetzes am Ort des Hauptverbrauchs
 - Kleinere Aufgabenstellung: In der Nähe von mehreren Verbrauchsorten
- Emissions(reduktions)ziele
 - Biomassenutzung (...weitere erneuerbare Quellen) versus Erdgas
- Kombinierung: Wärme, Kraft und Kälte
 - Elektrizitätsbezug versus vor Ort Erzeugung
 - Einnahmen durch Stromeinspeisung
 - Elektrizitätsbedarf für Wärmepumpen



Modell-basierte Entscheidungen (ff.)

- Sicherstellung der Machbarkeit
 - Ausreichende Erzeugungs- und Transportkapazitäten
 - Deckung des Energiebedarfs an allen Orten, zu jeder Zeit
 - Auswahl des Anlagenbetriebs für jeden Erzeuger zu jeder Zeitspanne
 - Erreichen von Emissionszielen
- Optimierungsmöglichkeiten
 - Kostenminimierung (Betriebskosten, CO₂-Kosten, Vergütungen, Investitionskosten)
 - Einkommensmaximierung

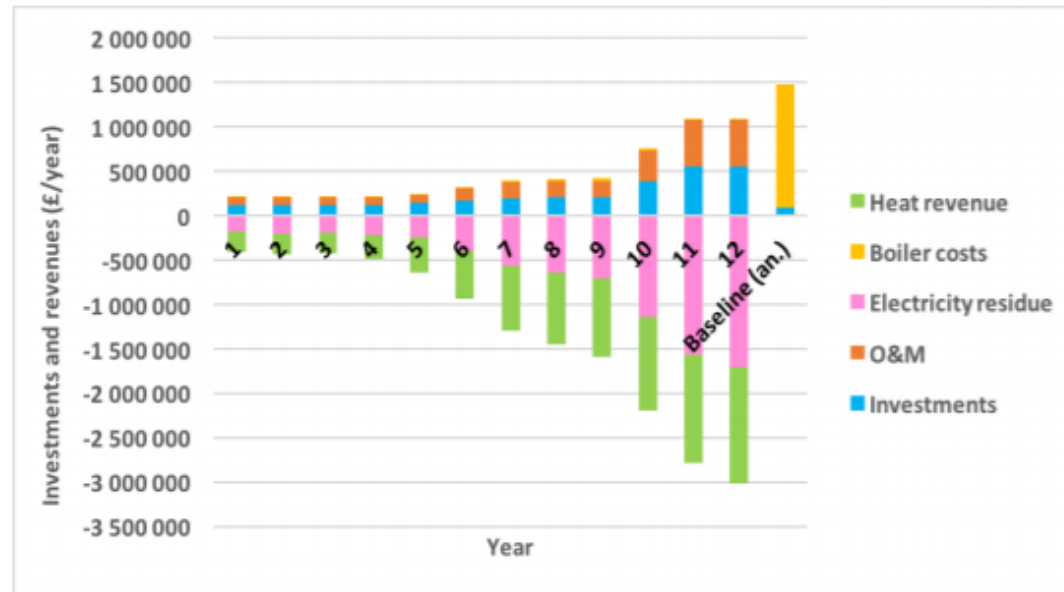


Zeitlicher Rahmen: “Minor periods”

- Minor periods können genutzt werden, um den Einfluss von zeitlichen Variationen in Modellparametern abzubilden
 - Änderungen des Energiebedarfs (stündlich, täglich, Jahreszeiten)
 - Stündliche Änderungen von Strompreisen
 - Saisonal bedingte Erdgas-/Biomassepreise
 - Lastbedingte Veränderungen der Emissionsfaktoren im Netz
- Vereinfachungen für ein Einführungsmodell
 - Begrenzte Anzahl von zu Grunde gelegten Zeitabschnitten/Perioden
 - Spitzenlast $\leftrightarrow$ Investitionskosten
 - Durchschn. Lasten $\leftrightarrow$ Betriebskosten
 - Durchschnittspreise, Emissionsfaktoren gültig für den Zeitraum/Planungshorizont

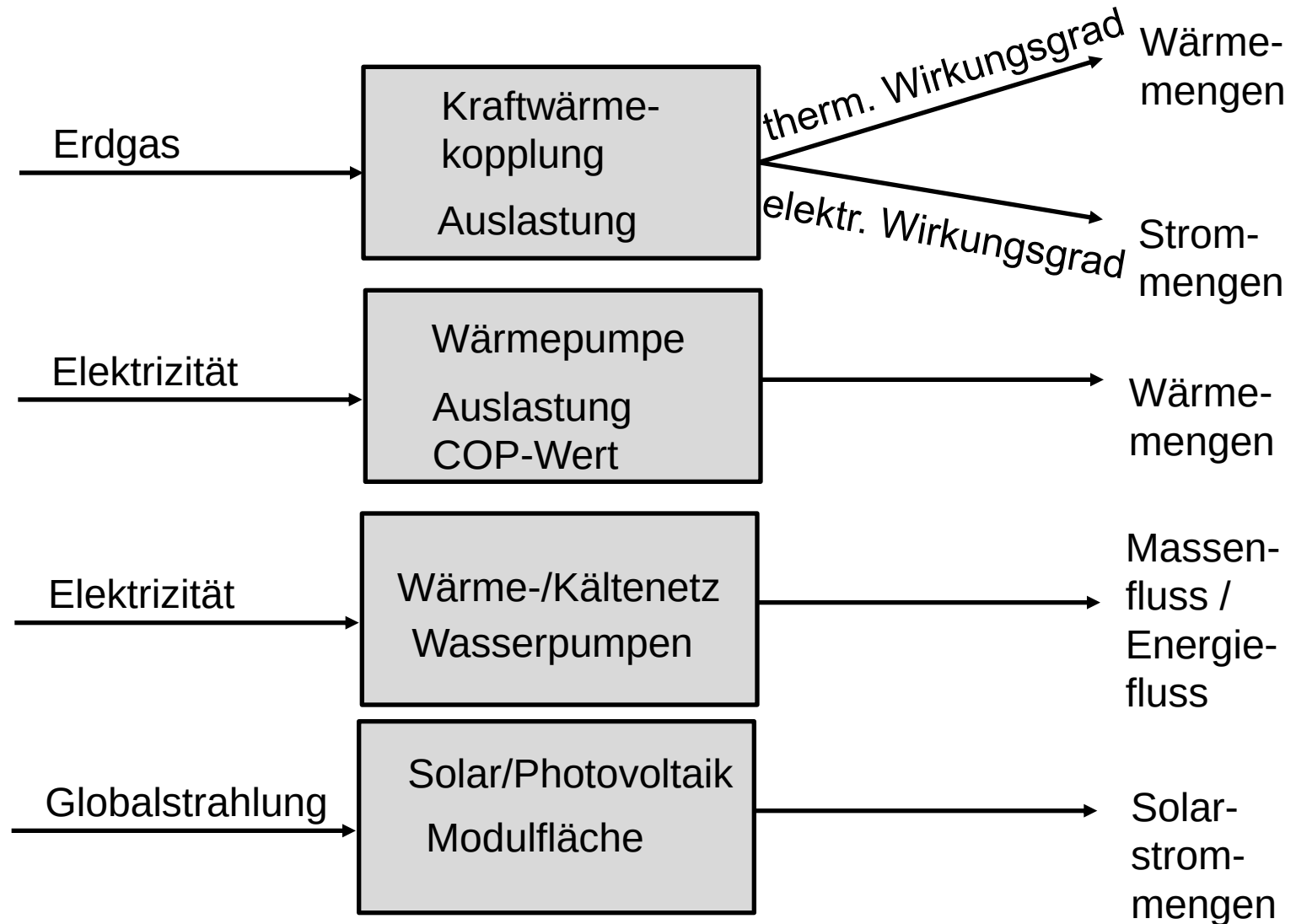


Zeitlicher Rahmen: “Major periods”

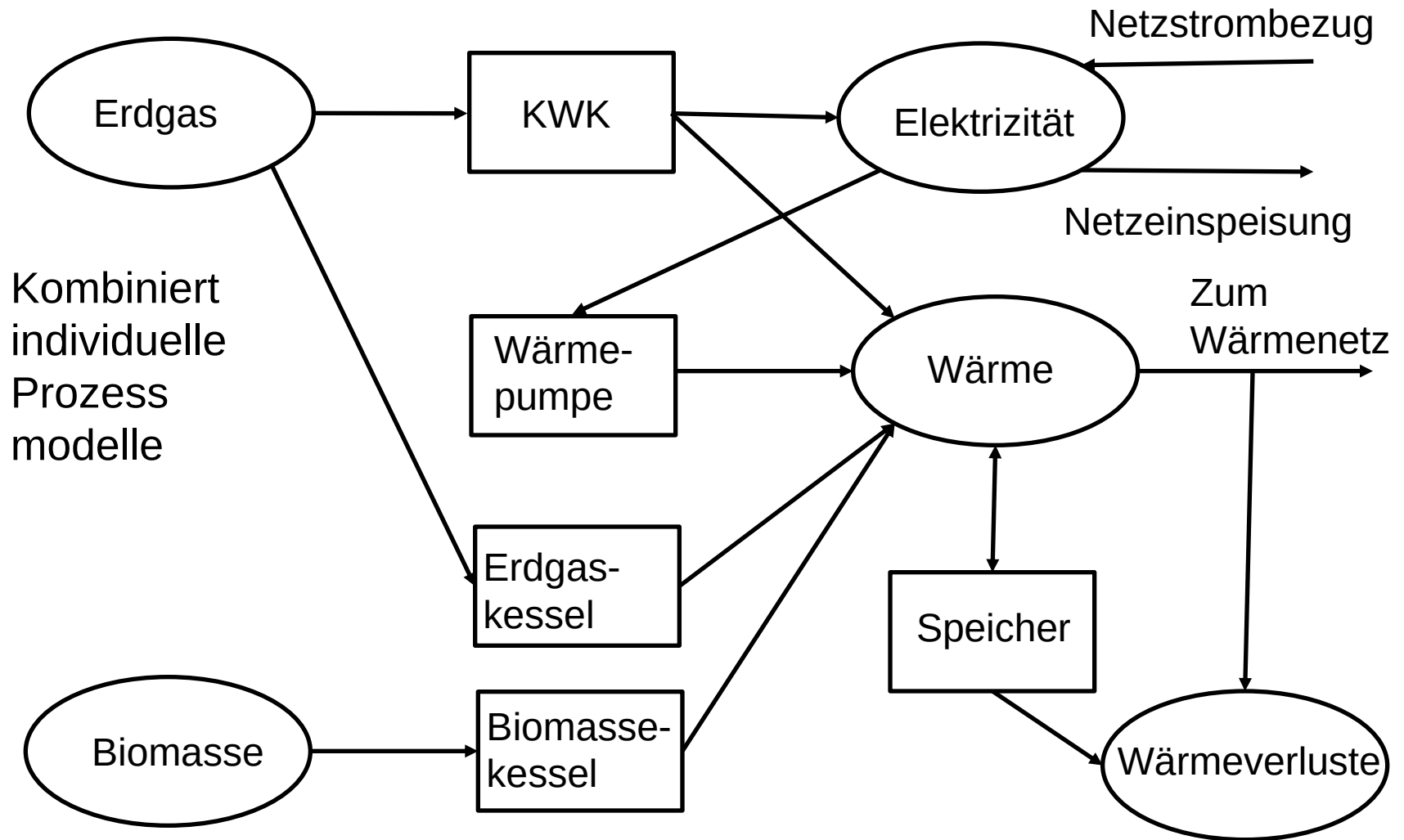


- Major periods (z. B. ein Jahr oder Jahrzehnt) können genutzt werden, um Investitionsschritte zu definieren (staged investments) und umfassen längerfristige Veränderungen (bspw. bei Erdgaspreisen, Wärmebedarf und Emissionsfaktoren des Netzes).
- Ein einmaliger Investitionszeitraum mit jährlich zugewiesenen Investitionskosten

Individuelle Prozessmodelle



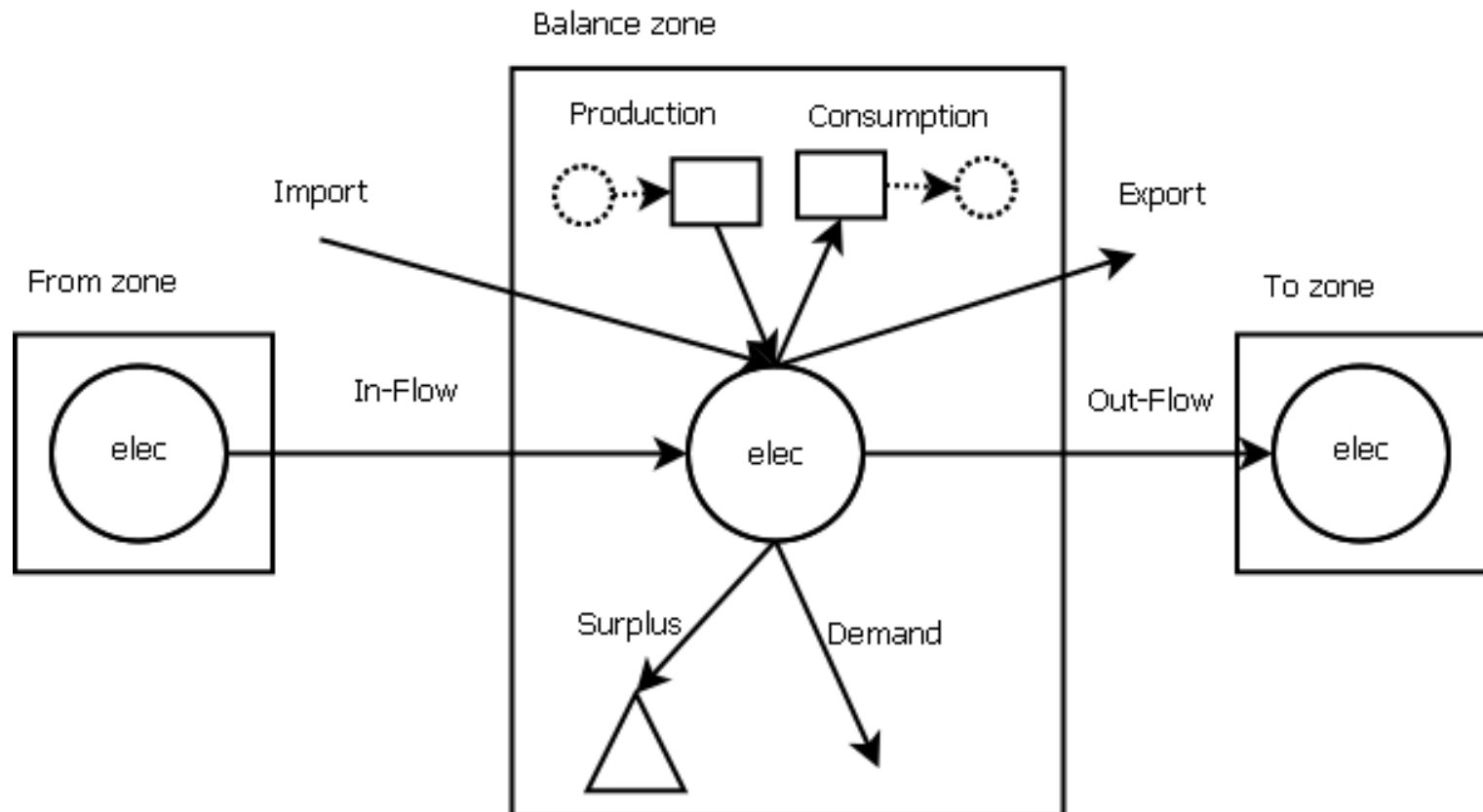
Übergeordnetes Prozessmodell



Energy Centre, Barkantine District Heating Network



Kombiniertes Prozess und räumliches Modell





Datenanforderungen

- Wirtschaftliche Faktoren
 - Bezugs-/ Abnahmepreise, Tarife, Betriebs-, Investitionskosten
 - Annuitätenfaktor (Periodendauer, Raten)
- Umweltfaktoren
 - Klimagase, andere (NO_x , PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$)
- Technologisch
 - Umwandlungsfaktoren, mini- und maximaler Anlagenbetrieb
- Räumlich
 - Örtliche Beschränkungen (allowed/disallowed)
 - Bestehende Netze, Erzeugungsanlagen



Datenanforderungen - Energiequellen

Eigenschaft	Wert
Quelle	Erdgas
Importkosten	0.0269 kGBP/MWh
Exportpreis	-
Max Import Orte	2
Max Export Orte	0
Maximum Import	10 MW
Maximum Export	-
THG Emissionen	0.18455 t CO ₂ e/MWh
Neues Netz wird benötigt	Nein
In das Modell inkludieren	Ja



Datenanforderungen - Netzinfrastuktur

Eigenschaften	Wert
Netztyp	Wärmenetz
Transportierte Ressource	Wärme
Kapitalkosten	0.35 kGBP/Monat
Betriebskosten	0.011 kGBP/Monat
Amortisationszeit	15 Jahre
Abzinsungssatz	6 %
Minimum Transportrate	0 MW
Maximum Transportrate	10 MW
Transportkosten	1.1e-8 kGBP/(m MWh)
Emissionen	0 t CO2e/m MWh)

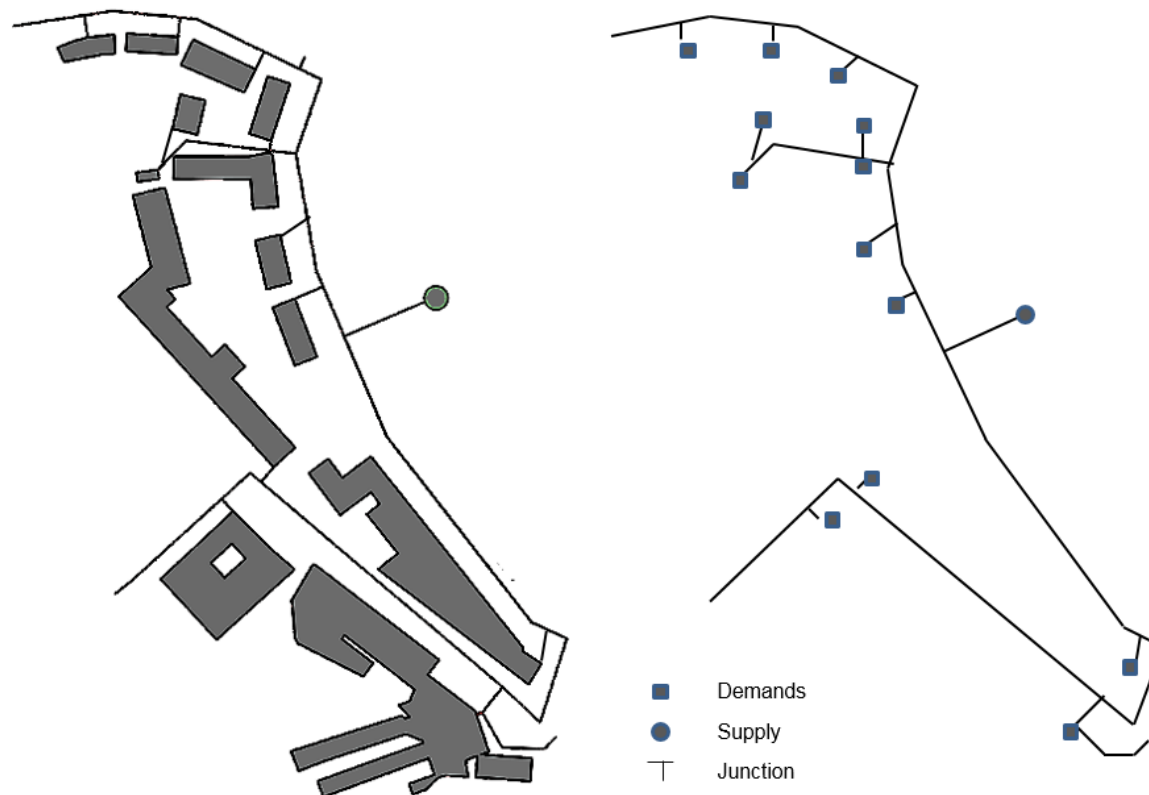
Datenanforderungen – Erzeugungstechnologien

Eigenschaften	Wert
Technologie	Kleine KWK
Kapitalkosten	173 kGBP
Wartungskosten	21 kGBP
Amortisationszeit	15 Jahre
Abzinsungssatz	6 %
Elektr. Leistung (Minimum)	0.040 MW
Maximale Leistung	0.135 MW
Betriebskosten	0 kGBP/MWh
Emissionen	0 tCO ₂ e/MWh

Inputs		Outputs	
Type	Rate	Type	Rate
Erdgas	2.933	Strom	1.0
		Wärme	1.619
		Verluste	0.314



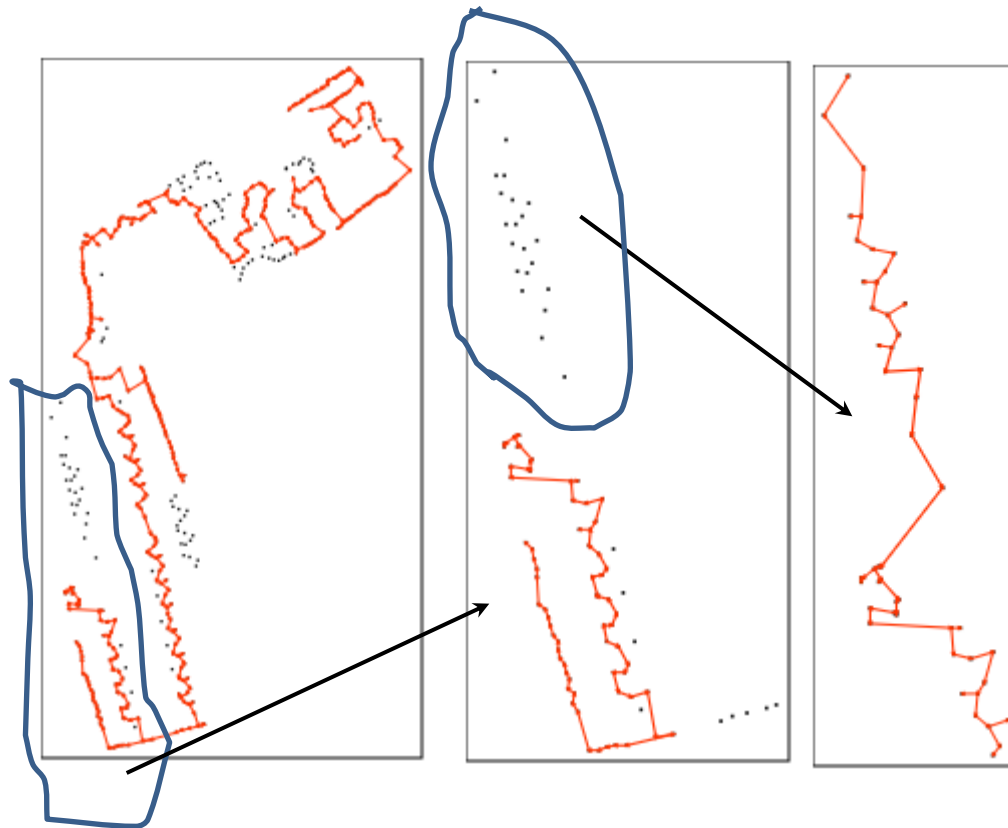
Auf Wärmekarten basierende Modelle



Kartengetriebene Konstruktion eines räumlichen Netzes mit Schätzungen zu Verbrauchsdaten für das Energiesystemmodell



Modell basierend auf einer Wärmekarte



Identifiziere bevorzugte Gegenden für die Entwicklung eines Wärmenetzes

Wähle Subgegenden interaktiv aus, um eine detaillierte Analyse durchzuführen



Szenarien

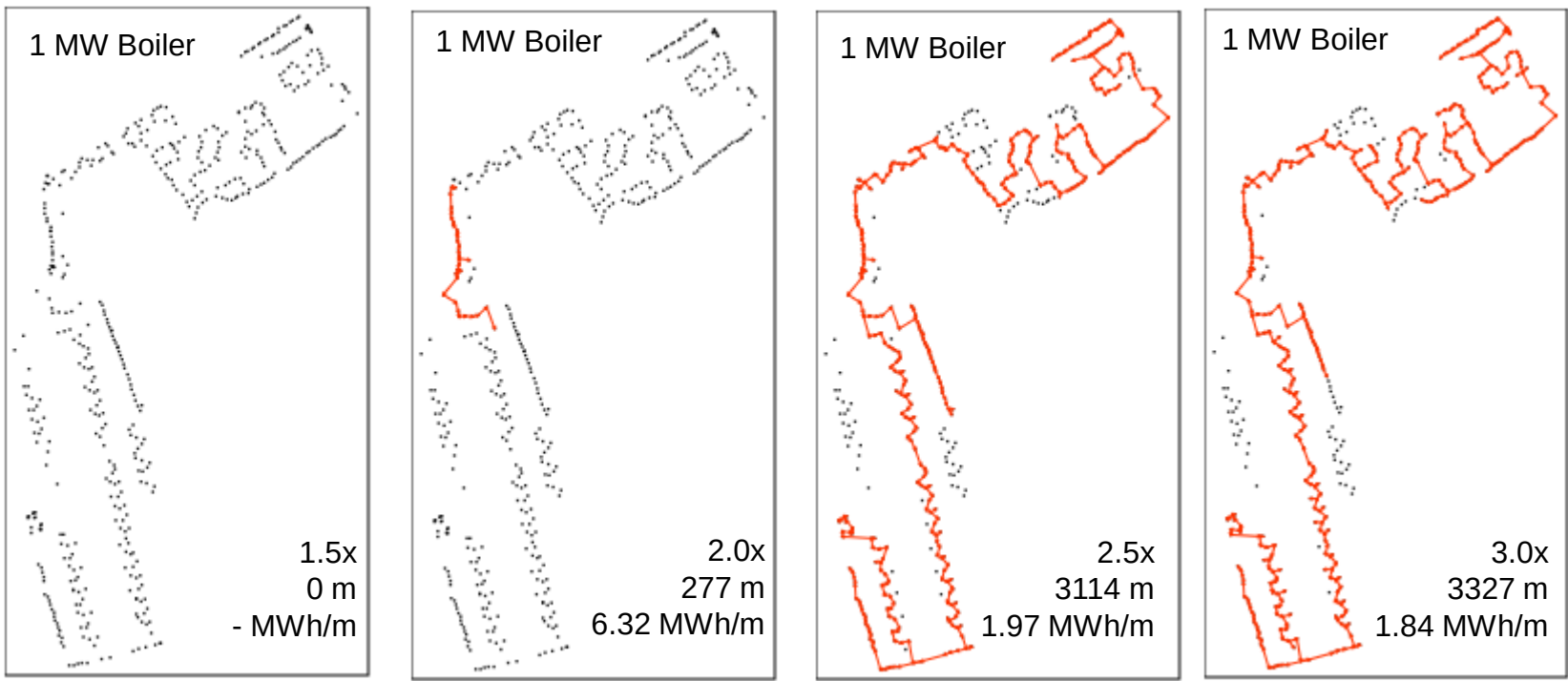
- Vergleich von Szenarien mit unterschiedlichen Annahmen
- Brennstoffpreise
- Abnahmepreise für Wärme und Strom
- Alternative Erzeugungstechnologien
 - Unterschiedliche Technologien
 - z.B. Brennwertkessel, Wärmepumpen, KWK-Anlagen
 - Auslegung der Anlagen
 - Brennstoffe
 - z.B. Erdgas, Biomasse

Wärmepreis-Szenarien

Fern-/Nahwärmetarif



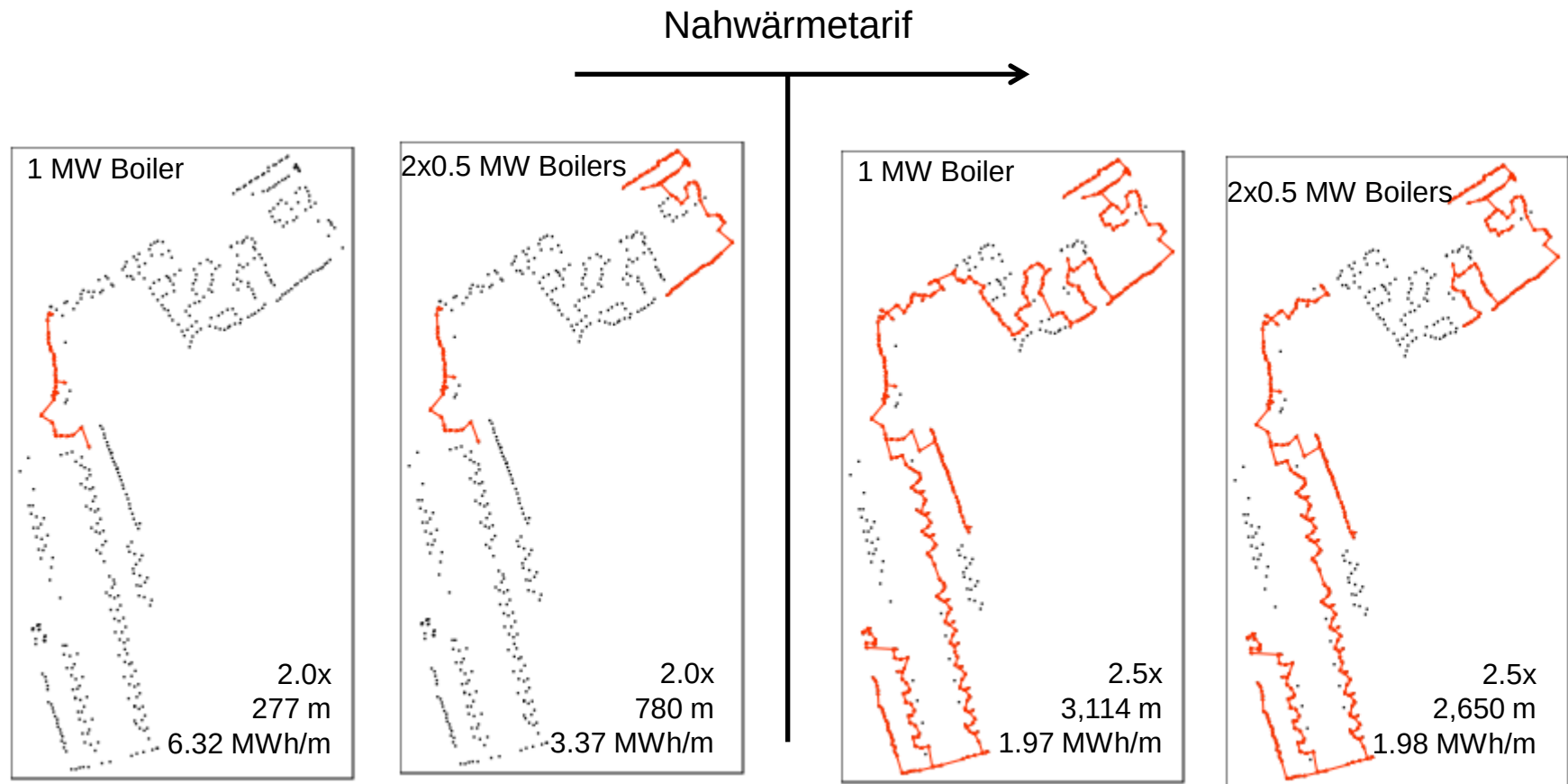
Länge des ausgelegten Rohrverteilstnetzes



Wärmelastdichte

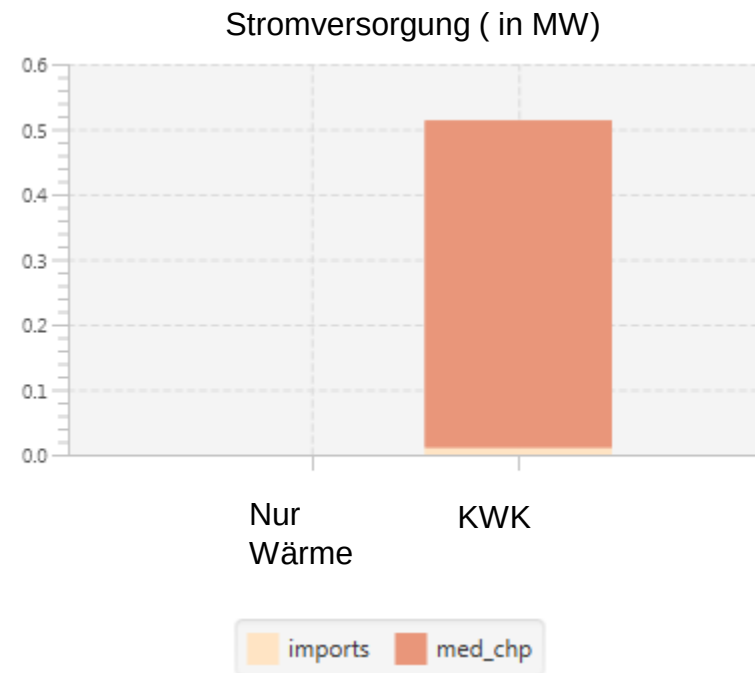
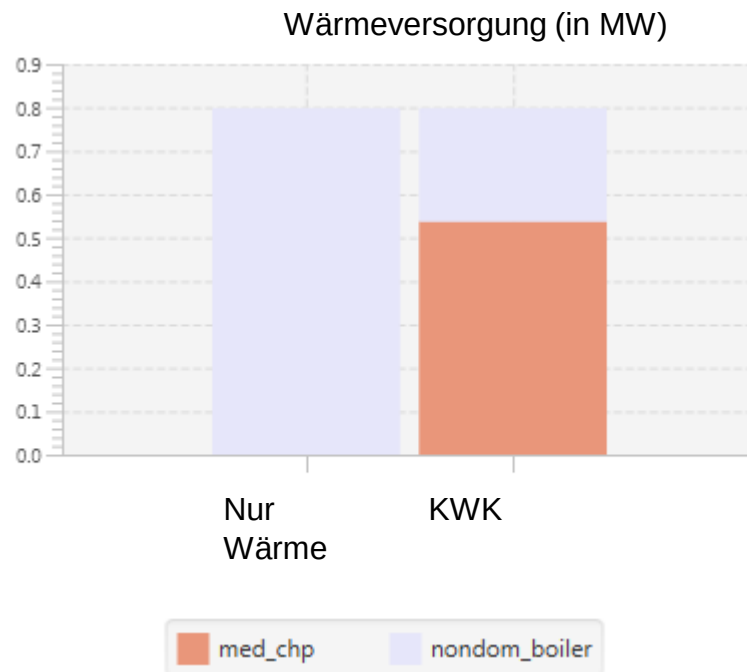


Szenarien - Spitzenlastkessel





Wärme- und Stromversorgungs-Szenario

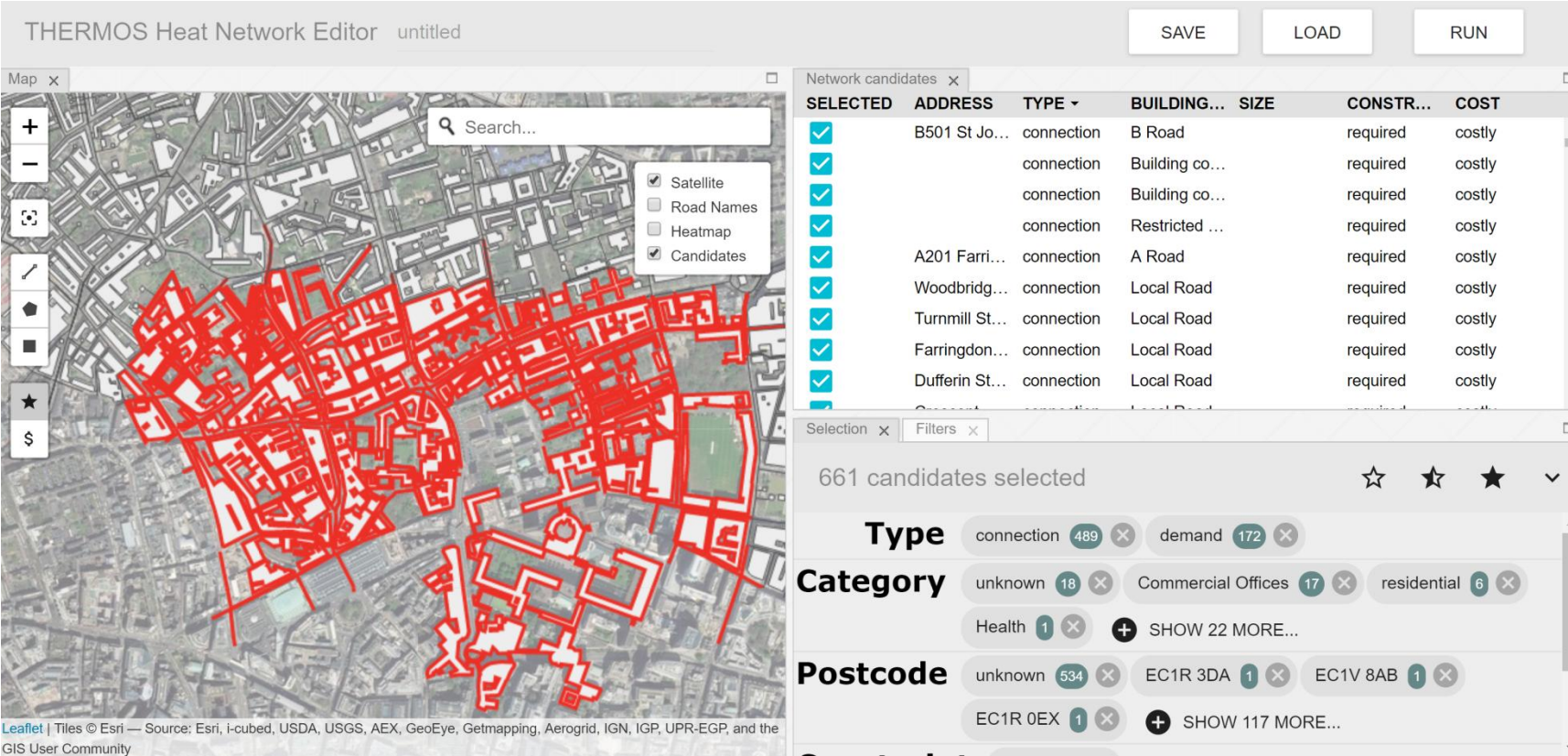




Zusammenfassung

- übertragbares Netz-basiertes Modell
 - Ist anwendbar in Städten mit variierenden Technologien sowie ökonomischen und ökologischen Randbedingungen
 - Modell-Daten sollten jedoch angepasst sein um die örtlichen Bedingungen wiedergeben zu können
 - Detailierungsgrad / Betrachtungsebene sollte anhand der Größe des Versorgungssystems angepasst sein
 - Stadt ↔ Bezirk ↔ Nachbarschaft
- Wärmekarten basierende Modelle
 - Interaktive Erstellung eines räumlichen Netzwerks
 - Abschätzungen des Wärmebedarfs
 - potenzielle Standorte von Heizwerken, KWK-Anlagen

2.3 Thermal Energy Resource Modelling and Optimisation System





Inhalt

Der dritte Teil des Moduls beschäftigt sich mit den folgenden Punkten:

- Konzept
- Methodik
- Möglichkeiten & Besonderheiten der THERMOS-Anwendung
- Benötigte Daten, Quellen und Fähigkeiten



Ein Problem...

Die Identifizierung, Analyse und der Vergleich von spezifischen Wärmeenergiesystemen in realen lokalen Orten

- Wird oft händisch mit maßgeschneiderten Programmen gemacht
- Studien sind sehr teuer
- Limitierte Kapazitäten, um Studien durchzuführen
- Fehlende Transparenz und Einheitlichkeit in den angewandten Methoden
- Wenig oder kein Kompetenzaufbau in öffentlichen Stellen



Eine Lösung... ?

THERMOS

- Funktioniert als Tool zur **Unterstützung bei der Entscheidungsfindung** für Energieplaner in dem es State-of-the-Art Energiesystemdaten und –modelle in einer nutzerfreundlichen, kartenbasierten, Open-Source Webanwendung kombiniert.
- Angepasst an reale Anforderungen eines Energieplaners und Entwickler, um die Wärmenetzplanung schneller, effizienter und kostengünstiger zu machen.



Eine Lösung... ?

THERMOS

Wesentliche Merkmale:

- Berücksichtigt eine Breite an Energiequellen (inkl. Abwärme aus Transportinfrastrukturen).
- Beinhaltet eine State-of-the-Art Wärmebedarfsmodellierung auf Basis von adressscharfen Energiesystemkarten (berücksichtigt Wärme, Kälte und Elektrizitätsbedarfe).
- Anwendung fortschrittlichster Modellierungsalgorithmen für die Analyse der Energieerzeugungs- und -verteilungsoptionen.
- Getestet in 8 THERMOS Pilot- und Replikationsstädten.



Entwicklungsansatz

Die Interessen der Nutzer in den THERMOS Pilot- und Replikationsstädten haben Unterstützungsbedarf bei den folgenden Aktivitäten signalisiert, sodass das Tool daraufhin ausgerichtet wurde:

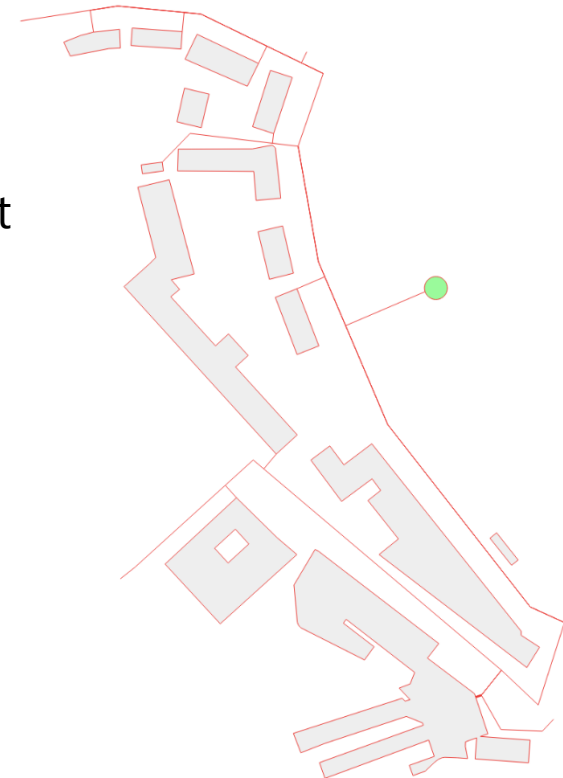
1. Hinzufügen und Anbindung neuer Standorte in ein existierendes Netz
2. Planung eines neuen Versorgungsnetzes basierend auf einer existierenden Energiequelle
3. Planung eines neuen Netzes zur Versorgung einer bestehenden Anzahl von Gebäuden, mit einer oder mehreren potenziellen Energiequellen
4. Beurteilung / Vergleich von spezifischen Versorgungsnetzkonfigurationen und objektbezogenen Versorgungslösungen



Was kann THERMOS eigentlich?

Die THERMOS Anwendung identifiziert die *beste Lösung*, aus einer Reihe von verfügbaren Optionen zur Energieerzeugung, -bedarfen und Routen zur Energieverteilung:

Eine Lösung stellt hier, eine Reihe von Energieerzeugern dar, die im Netz verbunden mit einer Reihe von Energieverbrauchern, eine zufriedenstellende Versorgung sicherstellen können.

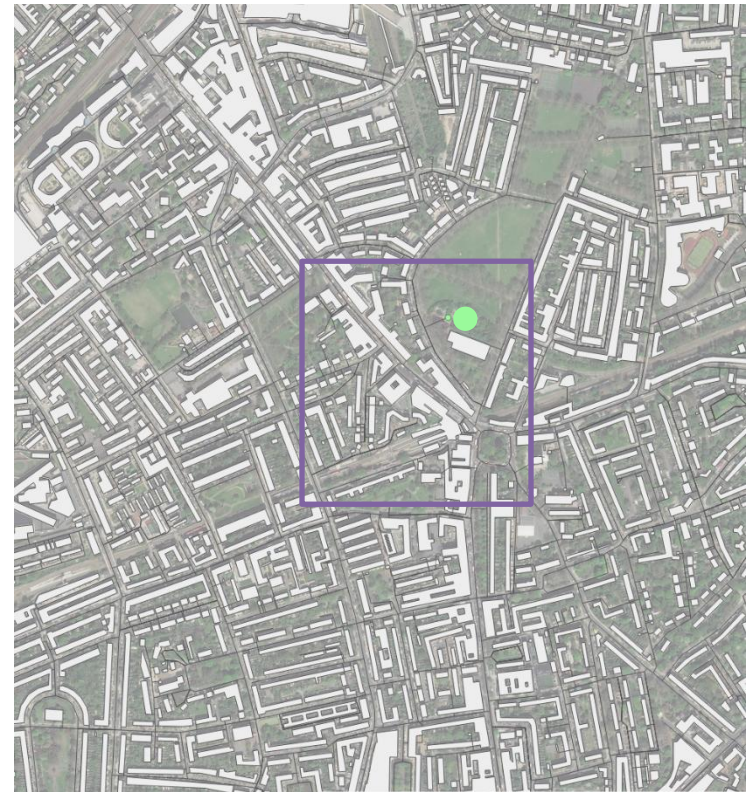




Fragen stellen

Es gibt häufig eine Vielzahl von Möglichkeiten. Die Frage ist hierbei, welche Erzeuger und Verbraucher sind im Netz zusammen zu verbinden um ein realisierbares Netzsystem zu erhalten?

Hierzu sind einige Entscheidungen zu treffen, bei denen die TEHRMOS-Software den Anwender unterstützt.





Fragen stellen

Es gibt häufig eine Vielzahl von Möglichkeiten. Die Frage ist hierbei, welche Erzeuger und Verbraucher sind im Netz zusammen zu verbinden um ein realisierbares Netzsystem zu erhalten?

Hierzu sind einige Entscheidungen zu treffen, bei denen die TEHRMOS-Software den Anwender unterstützt.





Fragen stellen

Es gibt häufig eine Vielzahl von Möglichkeiten. Die Frage ist hierbei, welche Erzeuger und Verbraucher sind im Netz zusammen zu verbinden um ein realisierbares Netzsystem zu erhalten?

Hierzu sind einige Entscheidungen zu treffen, bei denen die TEHRMOS-Software den Anwender unterstützt.





Fragen stellen

Es gibt häufig eine Vielzahl von Möglichkeiten. Die Frage ist hierbei, welche Erzeuger und Verbraucher sind im Netz zusammen zu verbinden um ein realisierbares Netzsystem zu erhalten?

Hierzu sind einige Entscheidungen zu treffen, bei denen die TEHRMOS-Software den Anwender unterstützt.

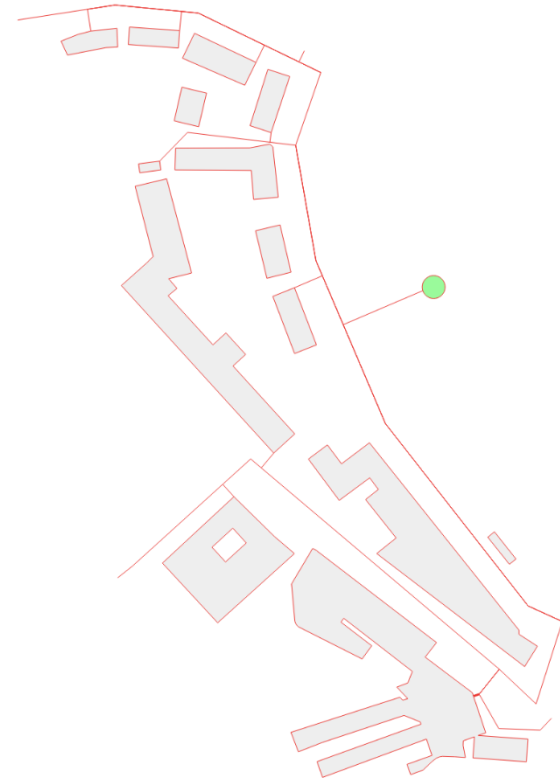




Fragen stellen

Es gibt häufig eine Vielzahl von Möglichkeiten. Die Frage ist hierbei, welche Erzeuger und Verbraucher sind im Netz zusammen zu verbinden um ein realisierbares Netzsystem zu erhalten?

Hierzu sind einige Entscheidungen zu treffen, bei denen die TEHRMOS-Software den Anwender unterstützt.





Fragenstruktur

In THERMOS enthaltene Fragestellungen beinhalten eine Reihe von Elementen, die entweder in einer Lösung oder einer Alternative resultiert.

Diese Elemente sind:



Energiebedarfe - meistens Gebäude

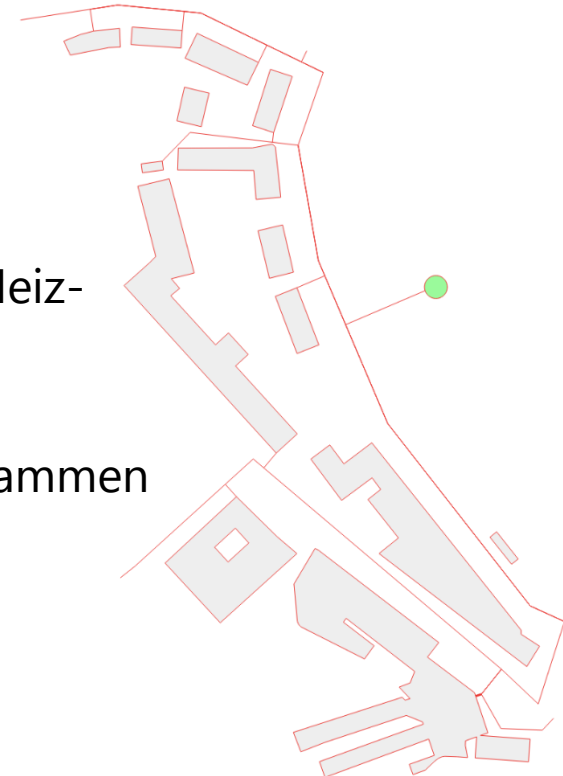


Energieerzeuger- z.B. KWK-Anlagen, Heizkessel, Wärmepumpe



Anschlussleitungen – diese bilden zusammen das Verteilnetz

.. Und wichtig ist: wir haben zu sagen, was wir mit der "**besten**" Lösung meinen...





Fragenstruktur

Als "Beste" wird je nach Soll/Größe definiert, die das Energiesystemmodell zu optimieren versucht .

Zum Beispiel, wollen wir als Antwort die Lösung mit:

- dem höchsten Kapitalwert (net present value NPV)
- dem geringsten Kapitalaufwand
- den geringsten Emissionen
- der größtmöglichen Abdeckung des Bedarfs Gesamtauslastung
- weitere Kriterien sind ebenso möglich

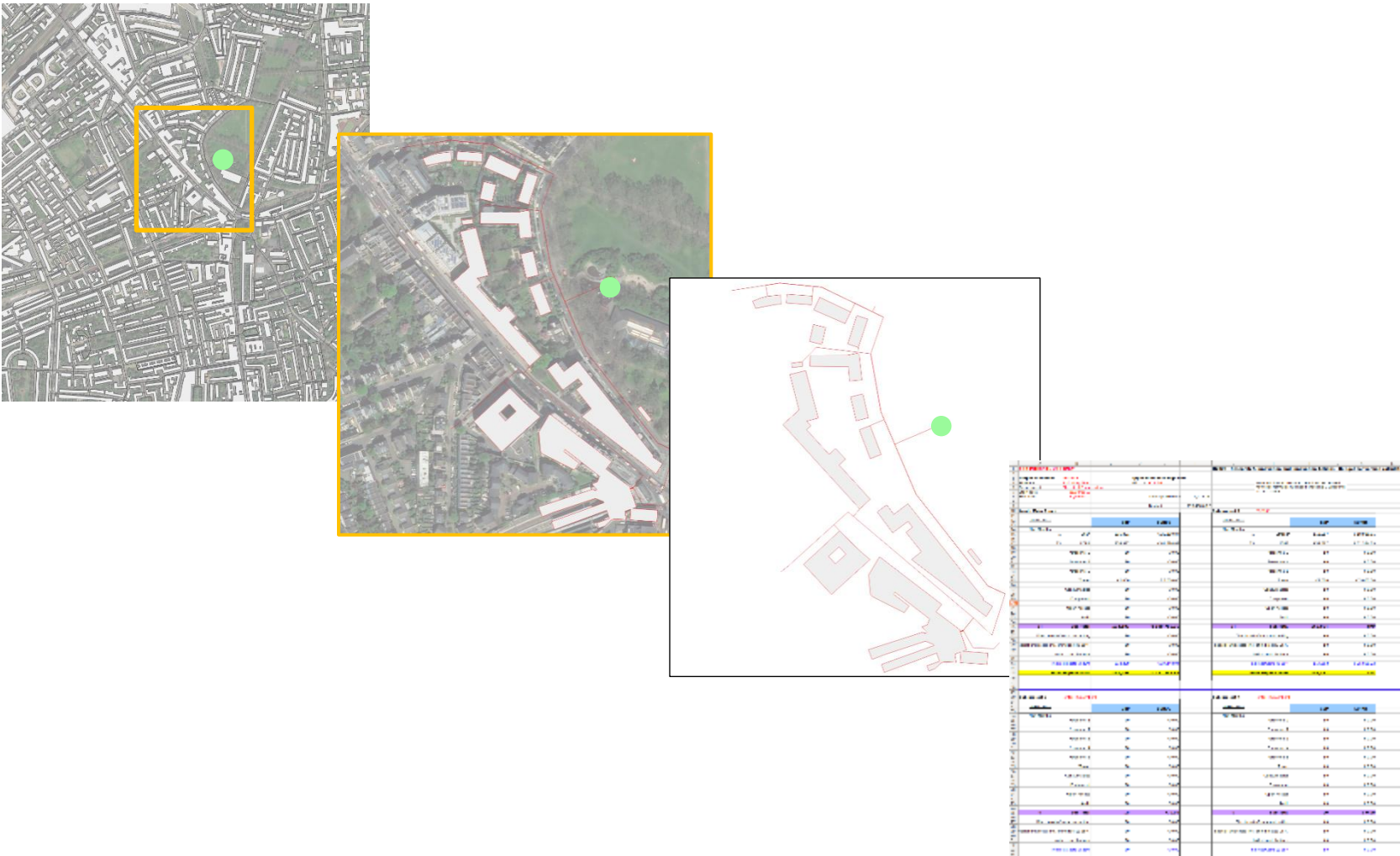


Eine Antwort erhalten auf...

Wenn das System mit diesen Fragen konfrontiert wird, dann wird als Antwort eine Beschreibung der Lösung generiert. Dies wird u.a. die folgenden Aspekte beinhalten:

- Kosten (Kapital, Brennstoff, Kapitalwert)
- Brennstoffeinsatz und erzeugte Wärmemengen
- Emissionen
- Eine Liste und eine Karte der Standorte (Erzeugung und Verbrauch) sowie der Anschlussleitungen
- Einige Details zu den Liegenschaften an den Standorten und Leitungen

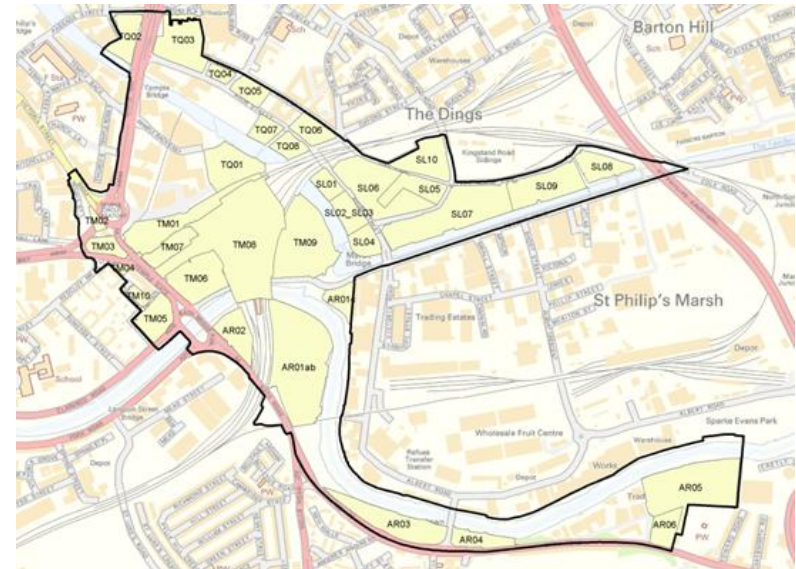
Kurze Wiederholung...



Notwendige Bestandteile

Für die notwendige Arbeitsweise benötigt die THERMOS-Software ein gut funktionierendes Modell des Energiesystems und eine Menge an Daten. Ein Großteil des Projekts ist dadurch gekennzeichnet diese Daten zu erzeugen, zuzuordnen und darzustellen:

- Ein Optimierungsmodell für das Wärmeversorgungssystem
- Räumliche Daten zu den einzubeziehenden Straßenverläufen und Gebäuden
- Eine Abschätzungen der Energieverbräuche sämtlicher Gebäude...





Notwendige Bestandteile

Für die notwendige Arbeitsweise benötigt die THERMOS-Anwendung ein gut funktionierendes Modell des Energiesystems und eine Menge von Daten. Ein Großteil des Projekts ist dadurch gekennzeichnet diese Daten zu erzeugen, zuzuordnen und darzustellen:

- Kostenabschätzungen für die in Betracht kommenden Netzanschlüsse
- Kostenabschätzungen zu den unterschiedlichen Technologien
- Eine Anwendung die all dies zusammenführt und es den Nutzern ermöglicht, die Abschätzungen zu verändern, wenn diesen genauere Informationen vorliegen

Sector & phase		CO ₂ saving from RE installed [tonnes/yr]	Biomass boiler CAPEX	Heat pump CAPEX	Solar PV CAPEX	Solar hot water CAPEX	Gas CHP Capex
Existing domestic		147	£0	£268,200	£197,864	£30,127	—
Existing non-domestic		2,242	£1,803,425	£1,567,548	£1,080,728	£1,193,634	£1,273,546
Phase 1 (2013-2018)	Domestic	334	£115,605	£100,007	£444,571	£15,069	—
	Non-domestic	733	£240,671	£285,156	£1,097,129	£74,191	—
Phase 2 (2018-2023)	Domestic	1,189	£271,502	£111,538	£1,340,040	£28,311	—
	Non-domestic	1,529	£242,631	£859,980	£1,969,209	£187,283	—
Phase 3 (2023-2036)	Domestic	506	£97,217	£57,116	£434,501	£9,049	—
	Non-domestic	55	£0	£74,656	£82,189	£22,313	—
Total		6,735	£2,771,051	£3,324,201	£6,646,231	£1,559,977	£1,273,546



Software-Architektur

THERMOS wird als Internetanwendung entwickelt, aufrufbar über eine Browser-Software. Einige Gründe die hierfür sprechen:

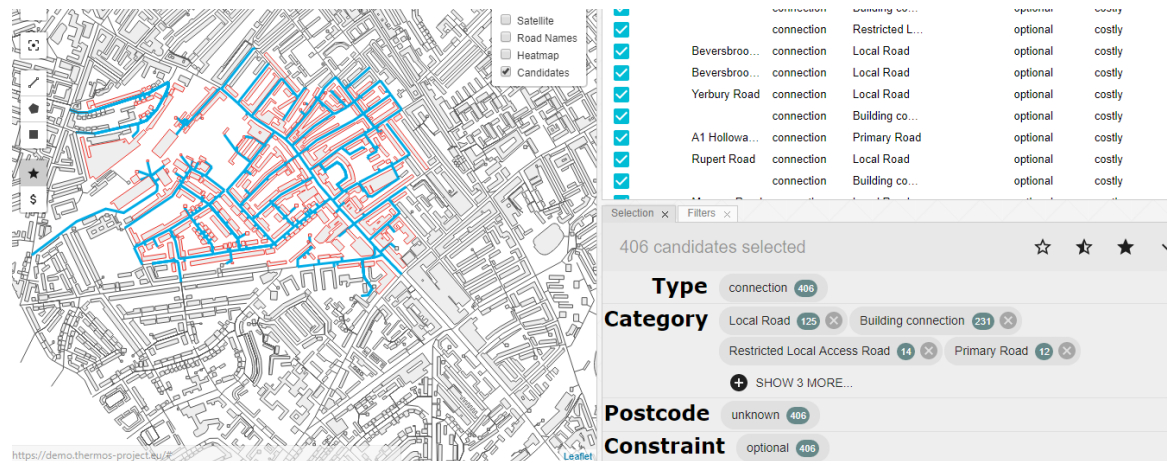
- Entwicklungsgeschwindigkeit
- Erleichterung beim Vertrieb/ der Verbreitung
- plattformübergreifende Kompatibilität
- Flexibilität die Ressourcen, die auf die Anwendung passen zu





Eigenschaften der THERMOS-Anwendung

- Suche und Kartenansicht der zu untersuchenden Region/Stadtteil etc.
- Das Kartenmaterial zeigt mit Hilfe einer Basiskarte Standorte (Gebäude und Energiequellen) und realisierbare Pipelineverläufe in der zu untersuchenden Gegend an.
- Bearbeitung der Karte durch das Hinzufügen/Entfernen von Standorten und Verbindungen der Anschlussleitungen.





Eigenschaften der THERMOS-Anwendung

Zum Aufsetzen einer Fragestellung:

- Auswahl von Standorten und Verbindungen, einzeln oder in einem ganzen Gebiet und Wahl des jeweiligen Status zu:
 - * **"verboten"** – darf nicht Bestandteil der Lösung sein
 - * **"optional"** – könnte Bestandteil der Lösung sein
 - * **"notwendig"** – muss Bestandteil der Lösung sein
- Mit Auswahl des gewünschten Ziels erfolgt jeweils die Definition von "best", z.B. Minimierung der Emissionen, Maximierte Deckung des Bedarfs



Eigenschaften der THERMOS-Anwendung

- Fragestellungen können gespeichert werden und bevor diese übermittelt werden um sich als Nutzer die Lösung anzuschauen oder herunterzuladen...

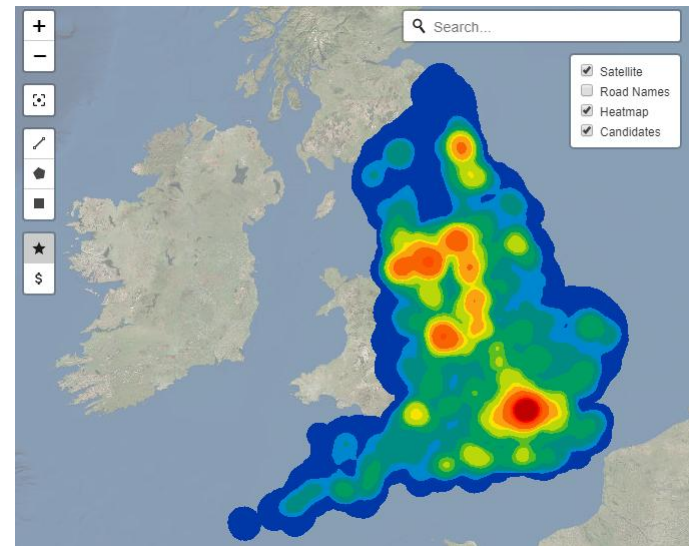


- Fehlerhafte Werte für unterschiedliche Kenngrößen können ausgeschaltet werden, wie z.B.:
 - Standort-Energieverbräuche
 - Kosten der Leitungsanbindungen
 - Kenndaten zu Technologien



Mehrwert von THERMOS

- Beinhaltet eine Energiesystemkartierung heruntergebrochen bis zum Gebäude – skalierbar für Städte, Regionen und ganze Länder
- Enthält **Energiesystem-Modelle** mit einer direkten Darstellung von Netzen: Überschreitung der **2-dimensionalen Wärmekartierung**
- Nutzt eine **Optimierung**, um die jeweils beste Lösung ausfindig zu machen
- Kostenloses, **Open-source Produkt**, gezielt für Kommunen: keine Notwendigkeit für teure Software von Drittanbietern





Mehrwert von THERMOS

- Gebrauch von **Open-Data** für benötigte Informationen wann immer möglich
- Enge Zusammenarbeit mit den kommunalen Pilotpartnern stellt sicher, dass wir Werkzeuge mit den sinnvollsten Funktionen erstellen
- Die unterstützende Einführung bei Replikationspartnern gewährleistet die Nachhaltigkeit nach Projektabschluss.





Um THERMOS optimal nutzen zu können, benötigen Sie:

- Ein Verständnis von Leitungsnetzen für die Wärmeversorgung von Gebäuden
- Gute Kenntnisse über das zu untersuchende Gebiet/ Region
- Im Idealfall umfasst dies den Zugriff auf lokale Daten:
 - Bauanforderungen/Gebäudebedarfe
 - Standorte von Erzeugern
 - Technologie- und Kraftstoffkosten





Um THERMOS optimal nutzen zu können, benötigen Sie:

- Spezifische Fragen, die den THERMOS-Features entsprechen.
- Ein einigermaßen aktueller Computer mit einer guten Internetverbindung, vorzugsweise mit einem installierten Chrome-Browser.
- GIS Fähigkeiten und Software, um Berichte über die Ergebnisse zu erstellen.





THERMOS-Zusammenfassung

- Das **THERMOS Tool** ist eine kartenbasierte Open Source Webanwendung, die auf reale Anforderungen hin entwickelt wird.
- Es identifiziert die beste Lösung (abhängig davon wie der Nutzer „beste“ definiert), mit den gegebenen Möglichkeiten an Energieversorgung, Bedarfe und Verteilrouten.
- THERMOS wurde gemeinsam mit vier Pilotstädten entwickelt und von vier Replikationsstätten getestet.
- Das Tool wird derzeit weiter entwickelt – eine finale Version ist für Anfang 2019 vorgesehen.



Danksagung

Imperial College

Prof. Nilay Shah
James Keirstead
Nouri Samsatli
Sara Giarola
Clemence Morlet
Romain Lambert
Koen H. van Dam
Salvador Acha
Axelle Delangle
Mark Jennings
Kostas Zavitsas
Miles Loeber

CSE Bristol

Josh Thumim
Tom Hinton
Richard Tiffin
Glenn Searby
Martin Holley

THERMOS



web

thermos-project.eu



email

info@thermos-project.eu



twitter

[@THERMOS_eu](https://twitter.com/THERMOS_eu)



linkedin

[THERMOS project](https://www.linkedin.com/company/THERMOS-project)



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement no 723636. The sole responsibility for the content of this presentation lies with its author and in no way reflects the views of the European Union.