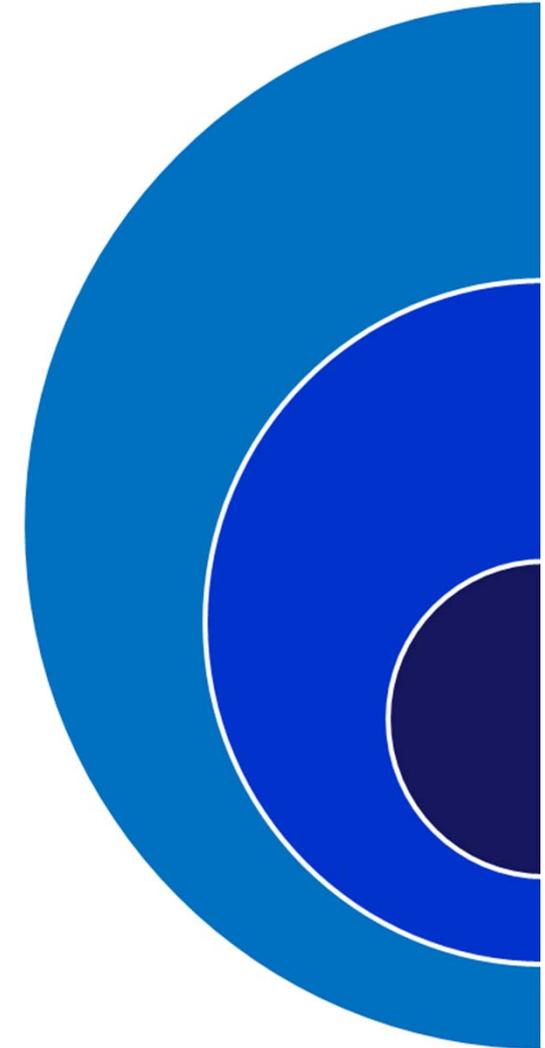


# M7

**Die richtige  
Größenordnung für  
ein Energiekonzept**



# Inhalt

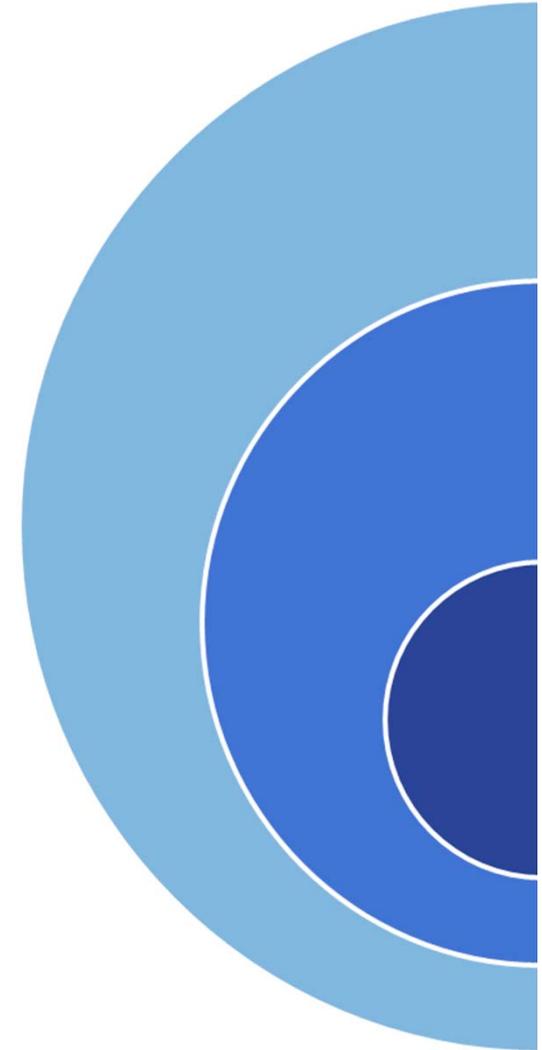
---

1. // Motivation
  - 1.1. Energie ist mehr als nur Elektrizität
  - 1.2. Warum ein Energiekonzept?
2. // Methode
  - 2.1. Warum verschiedene Maßnahmen wichtig sind
  - 2.2. Energiekonzept in drei Schritten
3. // Daten
  - 3.1. Infrastruktur, Nachfrage & Versorgung
  - 3.2. Finde Potential für Verbesserungen (Reduktion, Effizienz)
4. // Konzept
  - 4.1. Mengenmäßig Potential für Verbesserungen bestimmen (Reduktion, Effizienz)
  - 4.2. Energieverteilung (Fernwärme-Kälte-Netz, Gasnetz)
  - 4.3. Analyse der lokalen Produktion und Nachfrage
5. 5. // Durchführung
  - 5.1. Beurteilung und Maßnahmen
  - 5.2. Geschäftsinteressenten und öffentliche Beteiligung
  - 5.3. Endergebnis

---

Wofür ein Energiekonzept?

# MOTIVATION



# 1. Motivation

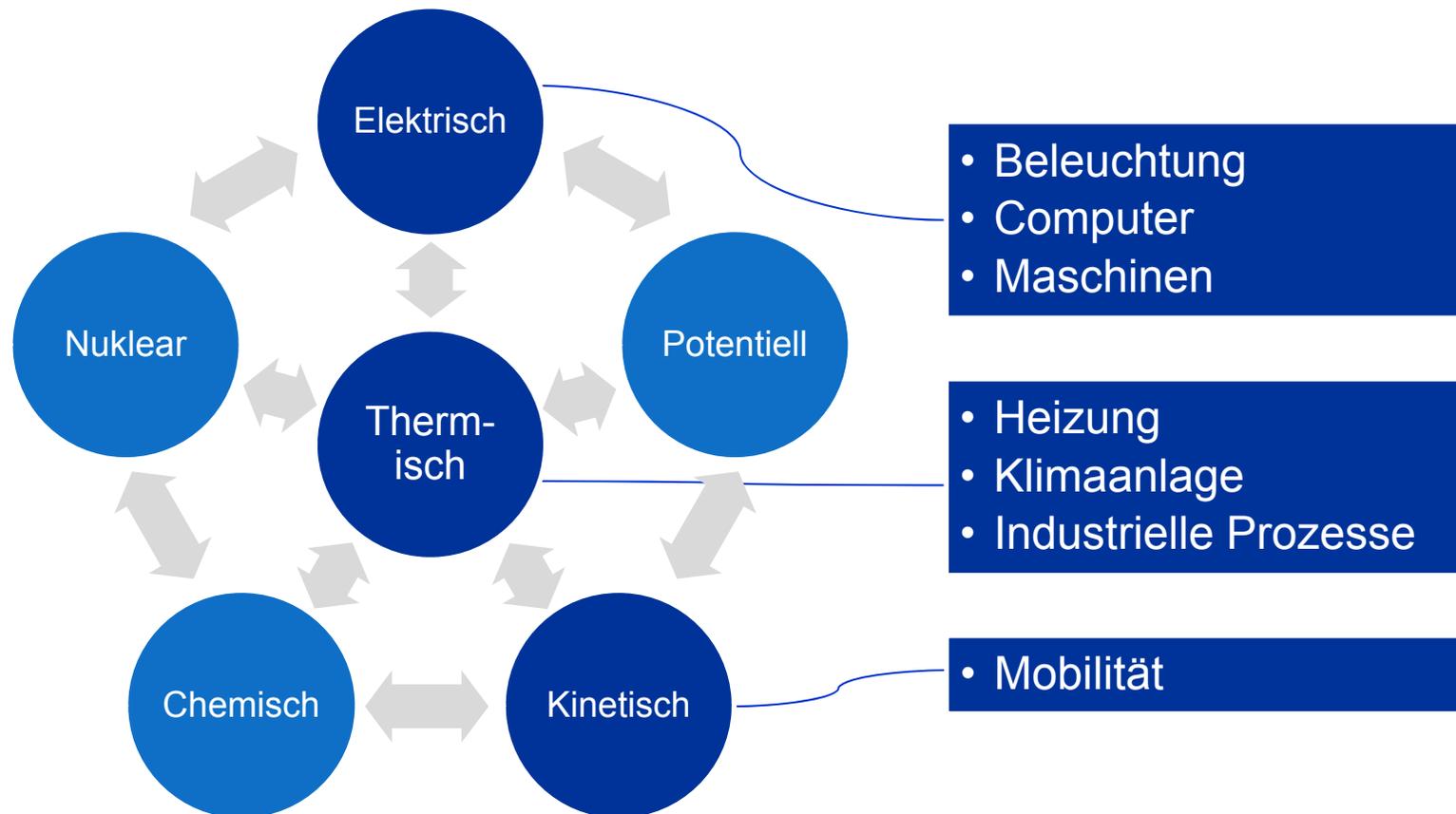
## 1.1. Energie ist mehr als nur Elektrizität

- Physikalische Definition: Energie birgt das Potential, Arbeit zu leisten.
- Sechs Formen: Elektrisch, potentiell, kinetisch, chemisch, nuklear und thermisch.
- Energieerhaltungsgesetz: Energie kann nur von einem Zustand in einen anderen gewandelt und nicht erzeugt oder verbraucht werden.
- In fast jedem technischem Energiewandlungsprozess (z.B. Kraftstoff nach Elektrizität) wird etwas Energie unausweichlich in Wärme gewandelt.

Energieform	Beispiele des Vorkommens
Elektrische Energie	Strom, (Sonnen-)Licht, Radiowellen
Potentielle Energie	Wasser im Pumpspeicherkraftwerk, Uhrenpendel-Gewicht
Kinetische Energie	Wind, Schwungrad, Lawine, Meeresströmung
Chemische Energie	Benzin, Nahrungsmittel, Batterie
Kernenergie	Uran (Kernspaltung), Deuterium (Kernfusion)
Thermische Energie	Geothermische Energie, Feuer

# 1. Motivation

## 1.1. Energieformen und ihre Nutzung



# 1. Motivation

## 1.2. Was ist ein Energiekonzept?

- Energiekonzept = Plan, eine gegebene Energienachfrage mit bestimmten Energiequellen durch bestimmte technische Prozesse zu befriedigen.
- Der Betrachtungswinkel ist variabel: Es kann global, international, national, regional und sogar individuell sein.
- Ein Energiekonzept berücksichtigt (idealerweise) mehrere Optionen, so dass unbrauchbare oder ungewünschte Maßnahmen vermieden werden können.

Energieform	Energiequellen	Energieverbraucher
Elektrische Energie	Sonnenlicht	Licht, IT, Maschinen
Potentielle Energie	-	-
Kinetische Energie	Wind, Wasserkraft, Gezeiten	Mobilität
Chemische Energie	Fossile Brennstoffe, Biomasse	-
Kernenergie	Uran, Deuterium	-
Thermische Energie	Geothermische Energie	Heizung/Kühlung

# 1. Motivation

## 1.2. Warum ein Energiekonzept?

---

### Aktueller Stand

- Fossile Energieträger sind das Rückgrat unserer Energieversorgung für: Elektrizität (Kohle), Heizung (Gas) und Mobilität (Öl).
- Die Nachfrage nach fossilen Brennstoffen steigt, während Nachschub begrenzt ist.
- Verringerung der Treibhausgas-Emissionen ist notwendig, um den Klimawandel zu begrenzen.

### Konsequenz

- Die Reduzierung der Energienachfrage ist unabdingbar.
- Höhere Energieeffizienz wird benötigt.
- Neue Energiequellen (v.a. erneuerbare Energien) einzubinden ist vorteilhaft.

Aber wo hat investiertes Geld die größte Wirkung auf welche Ziele?

→ Ein strukturierter Ansatz wird benötigt = Energiekonzept

# 1. Motivation

## 1.2. Entwicklung der Wärmeversorgung (1/3)

### Modell I

Energieträger werden **vor Ort** zur Wärmeerzeugung **bedarfsorientiert** verbrannt.

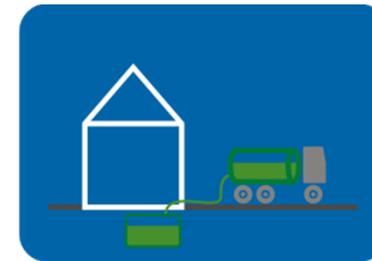
<b>Holz</b>	Biogener Brennstoff	mittlere Energiedichte	Feststoff
<b>Kohle</b>	Fossiler Brennstoff	hohe Energiedichte	Feststoff
<b>Öl</b>	Fossiler Brennstoff	hohe Energiedichte	Flüssigkeit



Holz



Kohle



Öl

# 1. Motivation

## 1.2. Entwicklung der Wärmeversorgung (2/3)

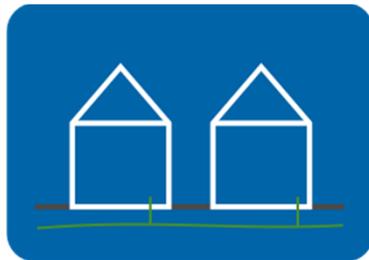
### Modell II

Energie wird nicht länger in jedem Gebäude gespeichert, sondern ein Energieträger (Erdgas, heißes Wasser) **transportiert** Energie **bedarfsorientiert** über ein Transportnetz zum Verbraucher.

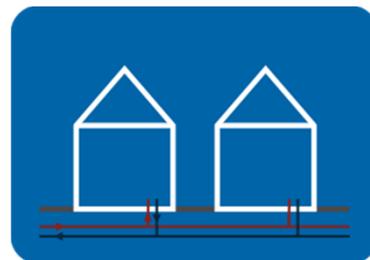
**Erdgas**      fossiler Brennstoff      hohe Energiedichte      Erdgasnetz

**Fernwärme**      flexibler Brennstoff (hauptsächlich Erdgas)      Fernwärmenetz

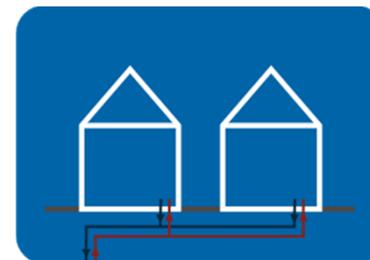
**Geothermie** und **Solarthermie** (lokal oder individuell)



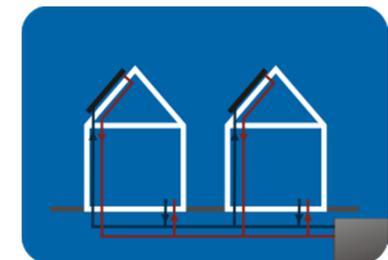
Erdgas



Fernwärme



Geothermie



Solarthermie

# 1. Motivation

## 1.2. Entwicklung der Wärmeversorgung (3/3)

### Modell III

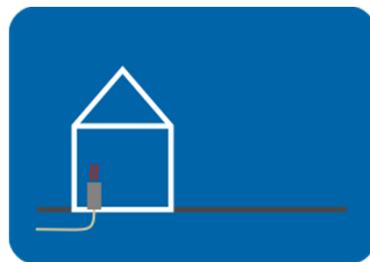
**Elektrische Energie** besitzt die größtmögliche Flexibilität in Bezug auf Herstellung und Transport.

Die Art der elektrischen Energieerzeugung bestimmt die Ökobilanz

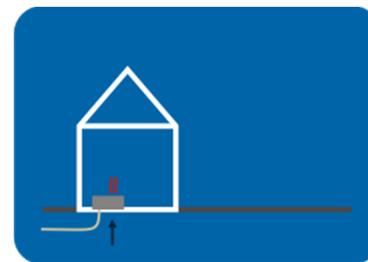
→ mit dem heutigen Strommix (hauptsächlich Kohle) ist es besser, Kraft-Wärme-Kopplung zur direkten Wärmeerzeugung aus fossilen Energieträgern zu verwenden

**F** Welche Option ist die Beste für ein Gebäude, einen Bezirk, eine Stadt?

**A** Abhängig von Nachfrage (Dichte), den technischen und wirtschaftlichen Gegebenheiten ab.



Elektrische  
Heizung

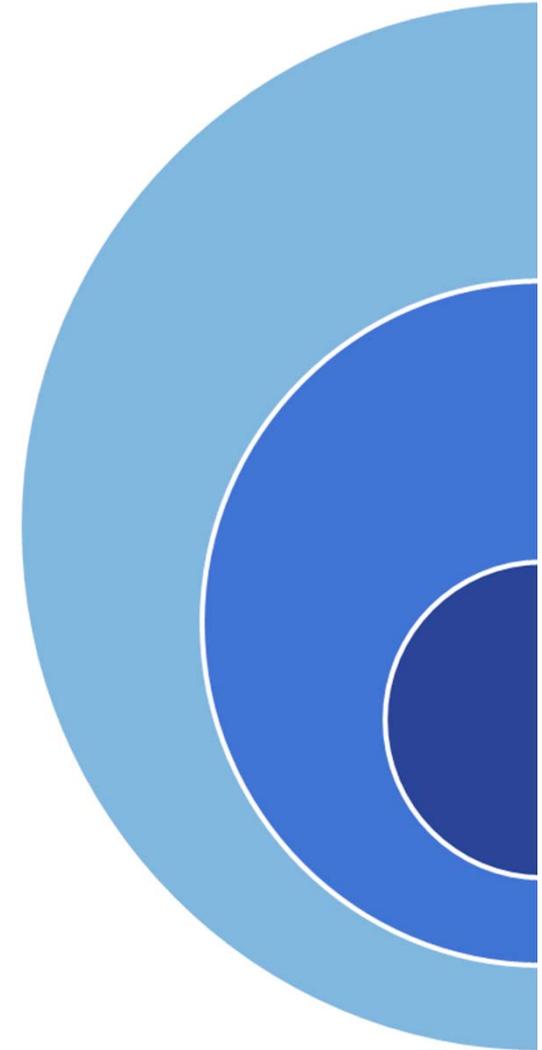


Wärmepumpe

---

Vorgehen

# METHODE



## 2. Methode

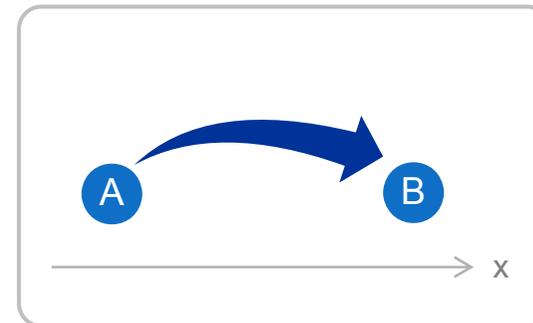
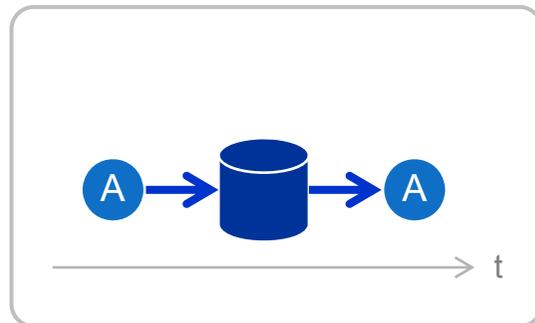
### 2.1. Warum verschiedene Maßnahmen wichtig sind

Energie muss **orts- und zeitgenau** zur Verfügung gestellt werden!

Es existieren drei Möglichkeiten, um diese Anforderung zu erfüllen:

1. Bedarfsorientierte Umwandlung von einem **anderen Energieträger**, der als **Speicher** mitgeführt wird (z.B. Brennstoff in einem Auto).
2. Benötigte Energie wird über eine Entfernung **transportiert** (z.B. elektrisches Versorgungsnetz).
3. Gewünschte Energieform wird im Voraus hergestellt, gespeichert und zum benötigten Zeitpunkt freigesetzt (z.B. Warmwassertank).

Der Verwendungszweck und die Größe der Nachfrage bestimmen, welche Möglichkeit zu bevorzugen ist.



## 2. Methode

### 2.1. Räumliche Ausmaße (Transport)

- Fossile Brennstoffe
  - Pipelines: Bis zu mehreren Ländern
  - Schiffe: Global
- Elektrizität
  - Hochspannung AC (Wechselspannung – Stand der Technik): bis hin zu 1.000 km
  - Hochspannung DC (Gleichspannung – in Entwicklung): mehrere tausend km
- Wärme
  - Kann nicht über größere Distanzen ohne hohe Verluste transportiert werden

Energieträger	Art des Transports	Geschätzter Verlust pro 1.000 km
Fossiler Brennstoff (Gas, Öl)	Pipeline	0.1 %
Fossiler Brennstoff (Kohle, Öl)	Schiff	1 %
Elektrizität	Hochspannung	10 %
Wärme	Fernwärmenetz	100 %

## 2. Methode

### 2.1. Zeitliche Ausmaße (Speicherung)

- Fossile Brennstoffe
  - Kohle, Öl, Gas in Behälter. Hohe Energiedichte, leicht unbegrenzt zu speichern.
- Elektrizität
  - Pumpspeicherkraftwerke (potentielle Energie). Billig und bewährt, aber begrenzt.
  - Batterien (chemisch). Noch zu groß und teuer für Massenspeicher.
  - Wasserstoff (chemisch). Vielversprechend, aber noch geringer Wirkungsgrad und geringe Laufzeit.
- Wärme
  - Warmwasserspeicher. Sogar jahreszeitgenbedingte Speicherung ist mit entsprechender Isolation möglich.

Energieträger	Speicherart	Verlust pro Woche (ca.)
Fossiler Brennstoff	Behälter	~ 0 %
Elektrizität	Batterie	1-5 %
Wärme	Warmwasserspeicher	< 1 %
Kinetische Energie	Schwungrad	100 %

## 2. Methode

### 2.1. Auswirkungen von einem kommunalen Energiekonzept

---

- Elektrizität
  - Verbrauchsreduktion und Effizienzsteigerung stehen an erster Stelle
  - Ausschöpfen günstiger Gegebenheiten (für Wind, Solar, Wasser, Biomasse)
  - Autarkie nicht sinnvoll, da die Elektrizität leicht transportiert werden kann
- Wärme
  - Verbrauchsreduktion und Effizienzsteigerung mit höchster Priorität
  - Zentrale Wärmeerzeugung dort, wo hoher Verbrauch nicht reduziert werden kann
  - Reduzierung der Nutzung fossiler Energieträger auf lange Sicht
- Mobilität
  - Nachfragereduzierung durch ökologischeres Benutzerverhalten
  - Effizienzsteigerung durch Verwendung von neuen Technologien

## 2. Methode

### 2.2. Lokales Energiekonzept in drei Schritten

---

#### 1. Erfassung des Zustands

- Energienachfrage für Wärme, Elektrizität und Mobilität
- Technische Infrastruktur für Erzeugung, Transport und Speicherung

#### 2. Potenzialermittlung für

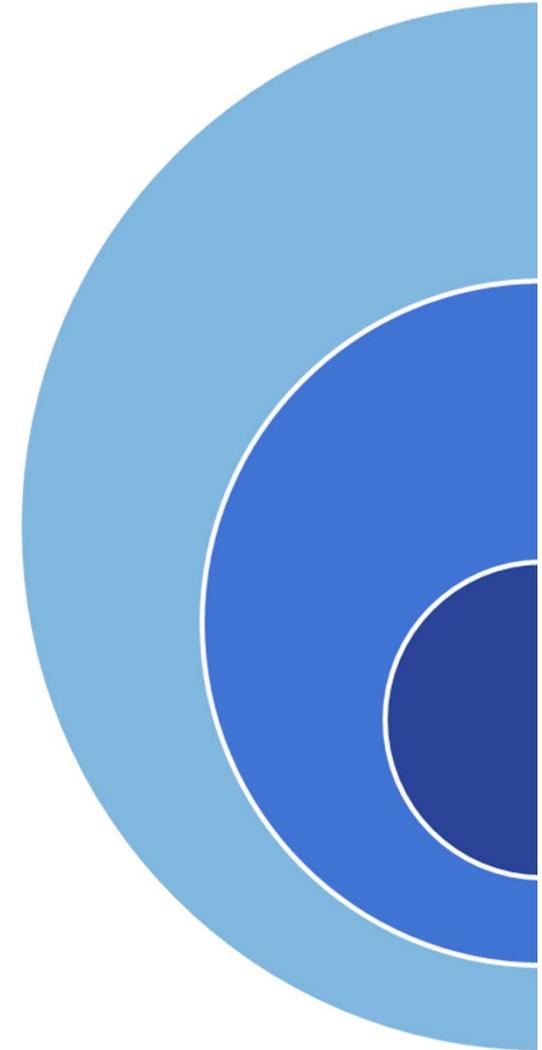
- Verbrauchsreduktion
- Effizienzsteigerung
- Nutzung regenerativer Energien

#### 3. Ableitung von Maßnahmen, um dieses Potential zu realisieren

---

Welche Fakten müssen bekannt sein?

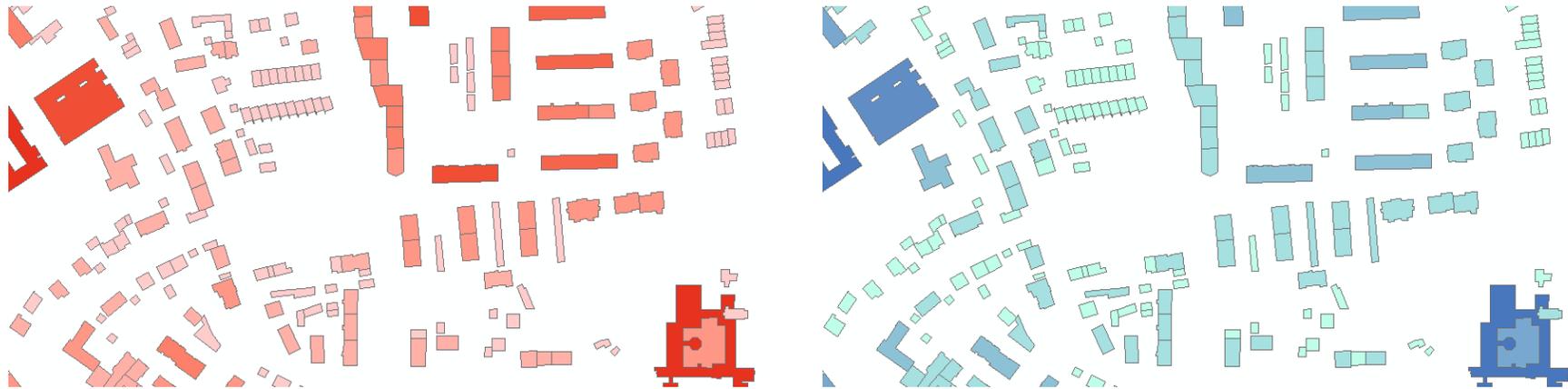
**DATEN**



# 3. Daten

## 3.1. Heiz- und Kühlnachfrage

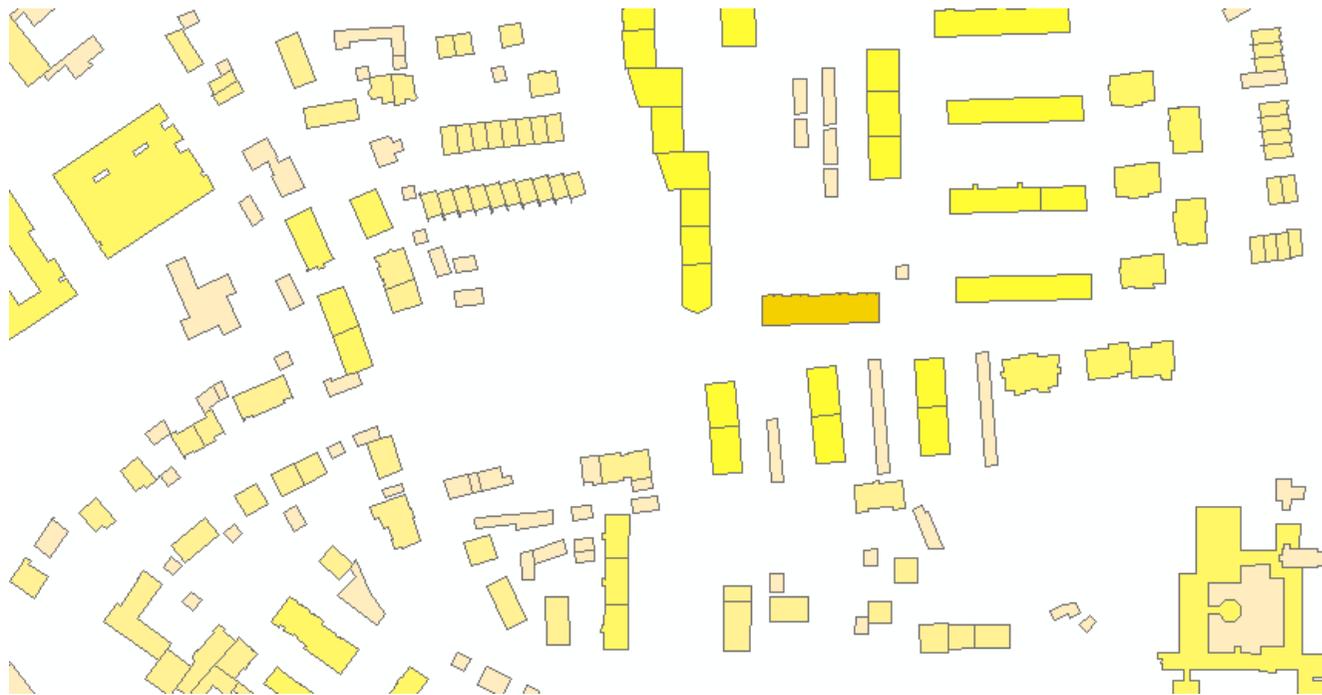
- Heiz- (und Kühl-)nachfrage für Raumheizung und Warmwasser
  - Spitzenlast (MW) und jährliche Last (MWh/a)
  - Je Gebäude, Gebäudeblock oder je Bezirk in möglichst hoher Ortsauflösung
  - Im Falle großen Kühlbedarfs auch hierfür Verbrauchsdaten
- Für (Industrie-)Prozesswärmebedarf muss auch die Temperatur erfasst werden.
- Daten von Gebäuden: Nutzungsart, Alter und Renovierung. Änderungen des Bauzustands können auf Änderungen der Wärmenachfrage abgebildet werden.



# 3. Daten

## 3.1. Elektrizitätsbedarf

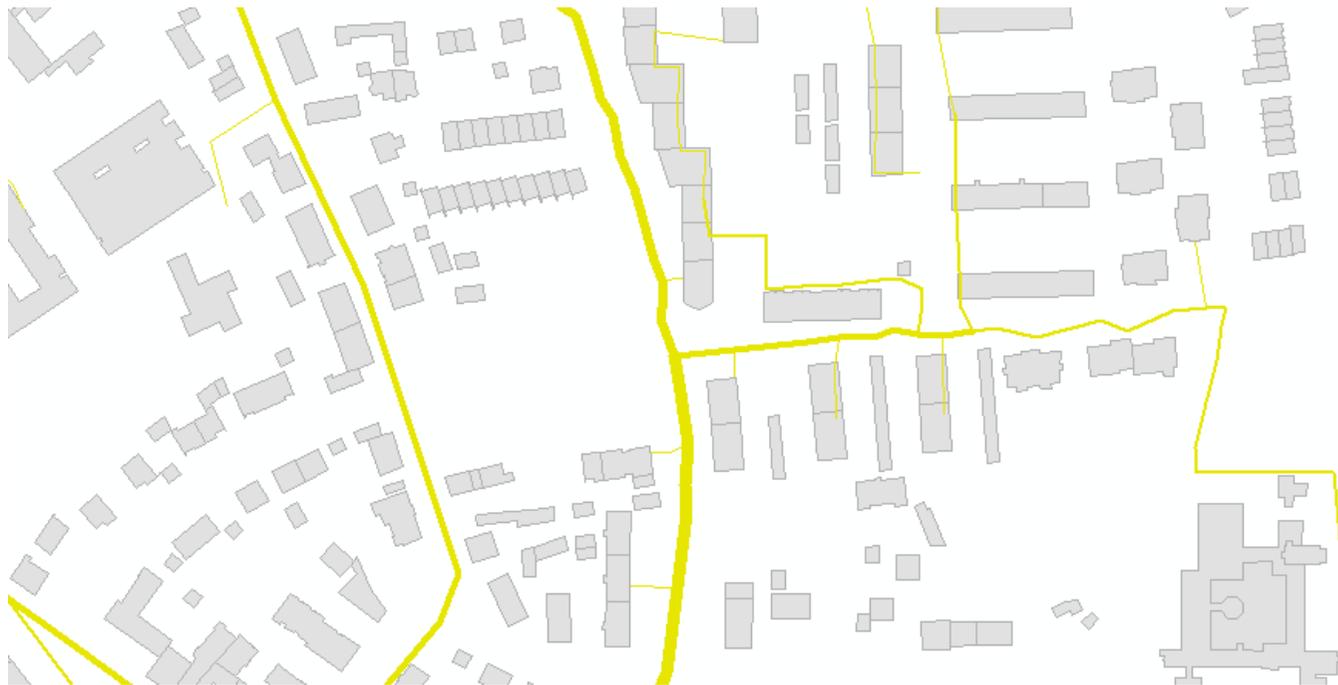
- Elektrizität
  - Spitzenlast (MW) und jährliche Last (MWh/a)
  - Je Gebäude, Gebäudeblock oder Bezirk



# 3. Daten

## 3.1. Technische Infrastruktur

- Bestandsaufnahme der Energieinfrastruktur für
  - Erzeugung Kraftwerke, lokale Energieerzeuger (falls weit verbreitet)
  - Transport Stromnetz, Gasnetz, Fernwärmenetz
  - Speicher Pumpspeicher, Warmwasserspeicher, Batterien, ...



# 3. Daten

## 3.1. Mobilität

- Sammle Daten, um die gegenwärtige Situation zu beurteilen:
  - Verkehrsleistung nach Verkehrsträgern (Pkm, tkm pro Jahr)
  - Karte des Transportnetzes
  - Parksituation
  - Fußgängerzonen, Radwege
  - Standorte von Subzentren für Tagesgeschäft



# 3. Daten

## 3.2. Potential lokalen Wärmeerzeugung

---

- Solarthermie
  - Nutzung der direkten Sonneneinstrahlung
  - Passendes Dach bei den zu heizenden Gebäuden (flach und speziell geneigt)
- Abwärme
  - Von der Industrie
  - Von Industrierücklaufwasser
- Geothermische Energie
  - Oberflächennah
  - Tief

# 3. Daten

## 3.2. Potenzial der lokalen Energieerzeugung

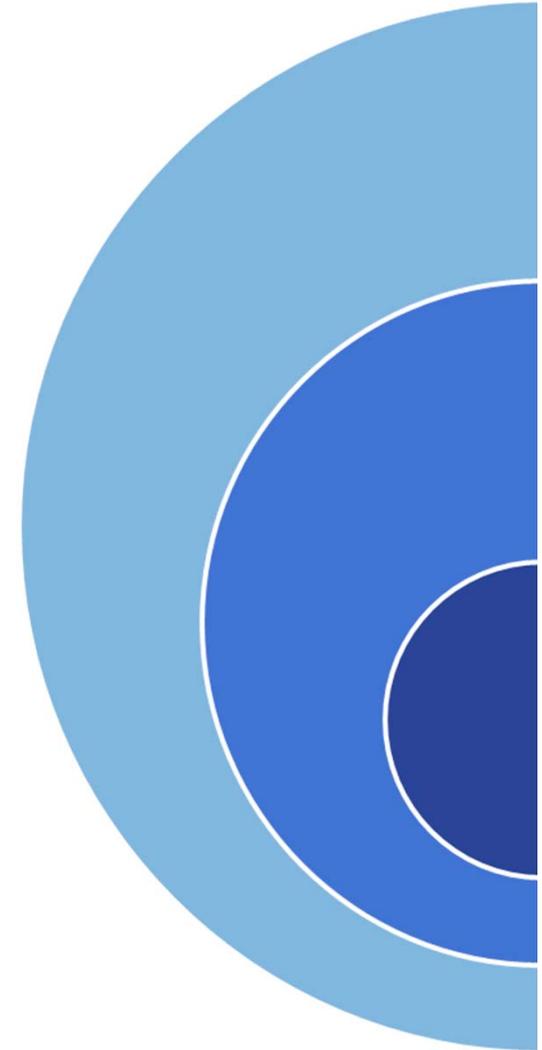
---

- Windkraft
  - Benötigt freie Landfläche mit hohem bis mäßigen Windgeschwindigkeiten in 80-150 Meter über dem Boden.
  - Benötigt Sicherheitsabstand zu Gebäuden
- Photovoltaik
  - Nützt die Sonneneinstrahlung
  - Geeignet für Dachflächen (flach und schräg)
  - Steht in Konkurrenz mit Solarwärme
- Wasserkraft
  - Flüsse
  - Ökologische Konsequenzen
  - Alternative: Modernisierung existierender Anlagen

---

Wie werden die Daten ausgewertet?

# KONZEPT



# 4. Konzept

## 4.1. Potential der Nachfragereduzierung

- Maßnahmen für Nachfragereduzierung werden auf zwei Kategorien aufgeteilt:
  - Technisch schwierig zu finanzieren, mittleres Potenzial, Nutzeffekte sind leicht zu beziffern
  - Verhaltensänderung schwer zu initiieren, hohes Potenzial, Nutzeffekte sind schwer zu quantifizieren
- Beide Kategorien müssen in einem Energiekonzept aufgezeigt werden
- Alle Formen der Energie müssen in ein Konzept eingeschlossen werden, nicht nur die elektrische Energie (vgl. Tabelle)

Heizung/Kühlung	Elektrizität	Mobilität
Gebäudeanordnung	Energiebewusstes Verhalten	Kürzere Wege
Gebäudeisolation	Weniger Haushaltsgeräte	Öffentliche Verkehrsmittel
Energiebewusstes Verhalten		Nutzung eines Rads
		Sparsame Fahrzeuge

## 4. Konzept

### 4.1. Effizienzsteigerung bei Energieumwandlung, -transport und -nutzung

---

#### Wärme

- Modernisierung von Boiler und Turbinen in zentralen Erzeugungsanlagen
- Neue Heizsysteme (Kraft-Wärme-Kopplung) in öffentlichen Gebäuden
- Fernwärmenetz und/oder Wärmespeicher (vgl. nächste Folie)

#### Elektrizität

- Energieeffizientere Haushaltsgeräte
- Verwendung neuer Technologien (z.B. LED)

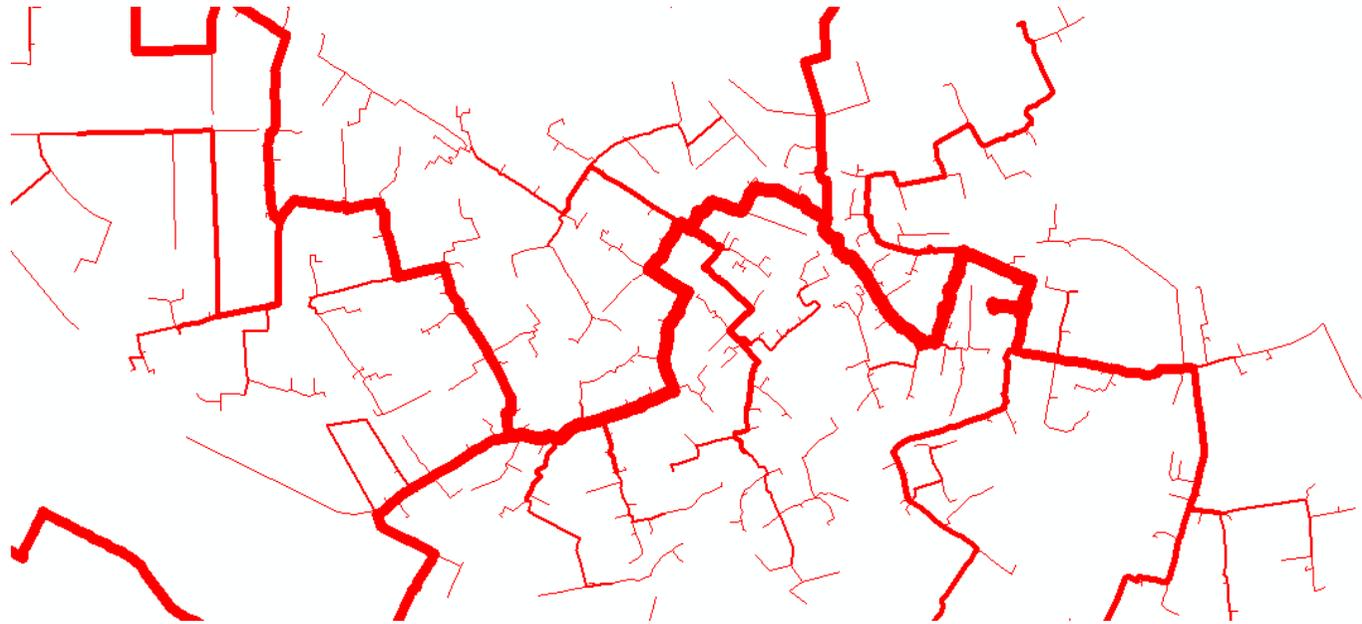
#### Beides

- Kraft-Wärme-Kopplung

# 4. Konzept

## 4.2. Wo soll das Fernwärmenetz ausgebaut werden?

- Vergleiche Daten des Heiz-/Kühlbedarfs mit Heiz-/Kühldichte (MW/km<sup>2</sup>)
- Überlege in ein örtliches Fernwärme-/Fernkühlnetz mit zentraler, optimierter Erzeugung zu investieren, wenn die Dichte hoch ist und nicht reduziert werden kann.
- Wenn konzentriert Heizpotential verfügbar ist (Geothermie, Abwärme), sollte es für ein Fernwärmenetz eingesetzt werden.



# 4. Konzept

## 4.2. Nutzung lokaler (erneuerbarer) Energien

### Wärme

Erzeugung

- Solarthermie
- Geothermie
- Wärme aus Biomasse
- Abwärmenutzung
- Kühlung mit Wärmerückgewinnung

Speicher

- Warmwasser
- Salzschmelze

### Elektrizität

Erzeugung

- Solarenergie
- Windkraft
- Wasserkraft
- Geothermie
- Biomasse für Kraft-Wärme-Kopplung

Speicher

- Pumpspeicher
- Druckluftspeicher
- Wasserstoff

# 4. Konzept

## 4.3. Mobilität

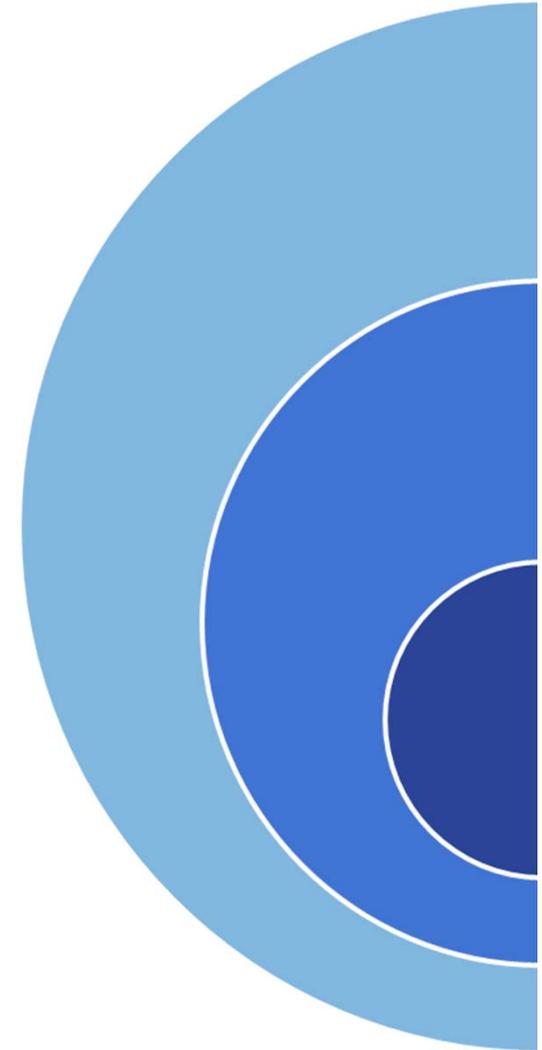
- Strukturentscheidungen in der Stadtplanung beeinflussen den Pendelverkehr im alltäglichen Leben.
- Mischnutzung verkürzt Wege.
- Intensivierung, z.B. durch hohe Bebauungsdichte, verbessert die Nutzung und Nutzen von öffentlichen Verkehrsmitteln
- Parkraumpolitik kann die Nutzung eines Autos im Stadtzentrum unattraktiv machen
- Neue Zahlungsmethoden zwischen verschiedenen Transportmöglichkeiten erleichtert das Leben ohne Auto
- Nutzung alternativer Verkehrsmittel muss im Bewusstsein der Menschen verankert werden (zu Fuß, Radfahren, Öffentliche Verkehrsmittel, Taxi, Carsharing)

Achtung: "Paradoxon der Intensivierung": Während die Intensivierung zu einem allgemeinen Verkehrsrückgang führt, steigt die Verkehrsdichte in dem verdichteten Gebiet an. Weitere Maßnahmen müssen also mit einer steigenden Bevölkerungsdichte ergriffen werden, um lokaler Luftverschmutzung und Lärmbelastigung vorzubeugen.

[http://eprints.uwe.ac.uk/10555/2/melia-barton-parkhurst\\_The\\_Paradox\\_of\\_Intensification.pdf](http://eprints.uwe.ac.uk/10555/2/melia-barton-parkhurst_The_Paradox_of_Intensification.pdf)

Erfolgsfaktoren

# UMSETZUNG



# 5. Umsetzung

## 5.1. Beurteile das praktische Nutzen der Maßnahmen

- Was sind die möglichen Auswirkungen von den vorgeschlagenen lokalen Maßnahmen? (Tabelle unten)
- Ist es möglich die Maßnahme auf lokaler Ebene durchzuführen?
  - Technische Durchführung
  - Ökologische Tragfähigkeit / Wirtschaftlichkeit
- Haben Teilnehmer Interesse an einem Erfolg der Maßnahmen?
  - Lokale Wertschöpfung
  - (keine) finanziellen Anreize

Einwirkung	Verbrauchsreduzierung		Effizienzsteigerung		Erneuerbare Energien	
	V ●●	T ●●●		T ●●		T ●●
Heizung/Kühlung	V ●●	T ●●●		T ●●		T ●●
Elektrizität	V ●●	T ●●		T ●		T ●●
Mobilität	V ●●●	T ●		T ●●		T ●

V = Verhaltensänderung T = Technische Maßnahmen

# 5. Umsetzung

## 5.1. Initiiere Maßnahmen oder schaffe passende Voraussetzungen

---

- Direkte kommunale Finanzierung
  - Gemeinde betreibt das Kraftwerk selber oder durch einen Betreiber
  - Finanzierung der Maßnahmen durch Kredite und/oder Fördergelder
- Vertragliche Bindung
  - Gemeinde erstellt eine Ausschreibung für die Umsetzung der Maßnahmen
  - Auftragnehmer muss den vertraglich festgelegten Leistungen nachkommen
- Bürgerinitiativen
  - Bürger aquirieren Gelder, um ein aktives Unternehmen zu gründen
  - Erfolg von diesem Modell hängt stark von der Motivation der Bürger ab

# 5. Umsetzung

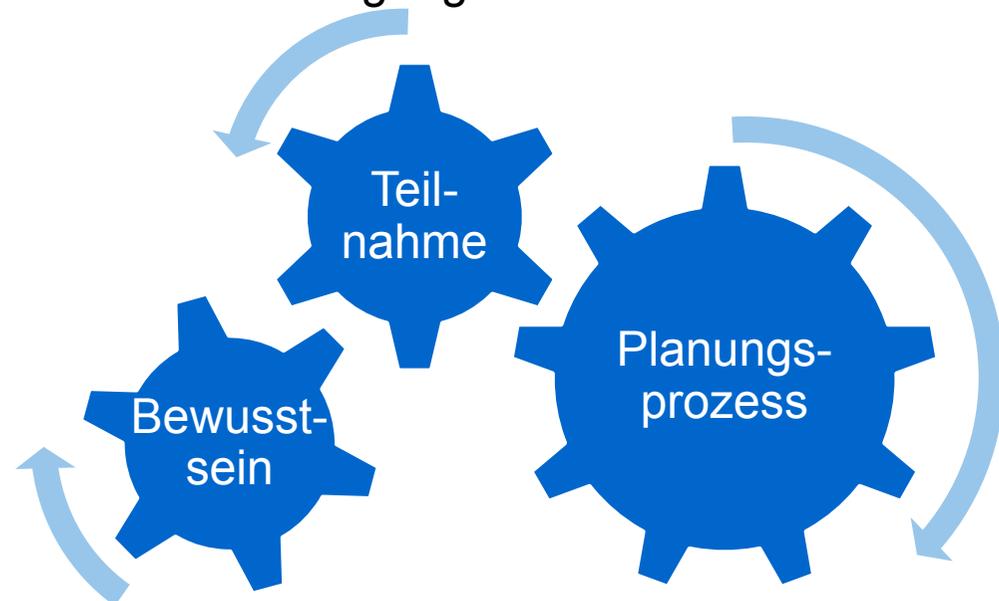
## 5.2. Identifiziere Akteure und ihr Potenzial

- Öffentlichkeit
  - Interessiert wertvolle Quelle für Vorschläge und Kritik
  - Passive müssen informiert werden
  - Gegner Einwände müssen ernst genommen werden
- Stadtwerke
  - Technisches Know-How
  - Besitzer und Betreiber von Infrastruktur
- Großverbraucher und spezielle Endverbraucher (Industrie, Krankenhäuser, Schwimmbäder, Schulen, Universitäten)
  - Ermöglichen günstige Kombination mit Haushaltskunden
  - Abnehmer oder Lieferant von Abwärme
  - Finanzielle Beteiligung möglich, im Falle eines gemeinsamen Vorteils

# 5. Umsetzung

## 5.2. Öffentliches Bewusstsein und Teilnahme

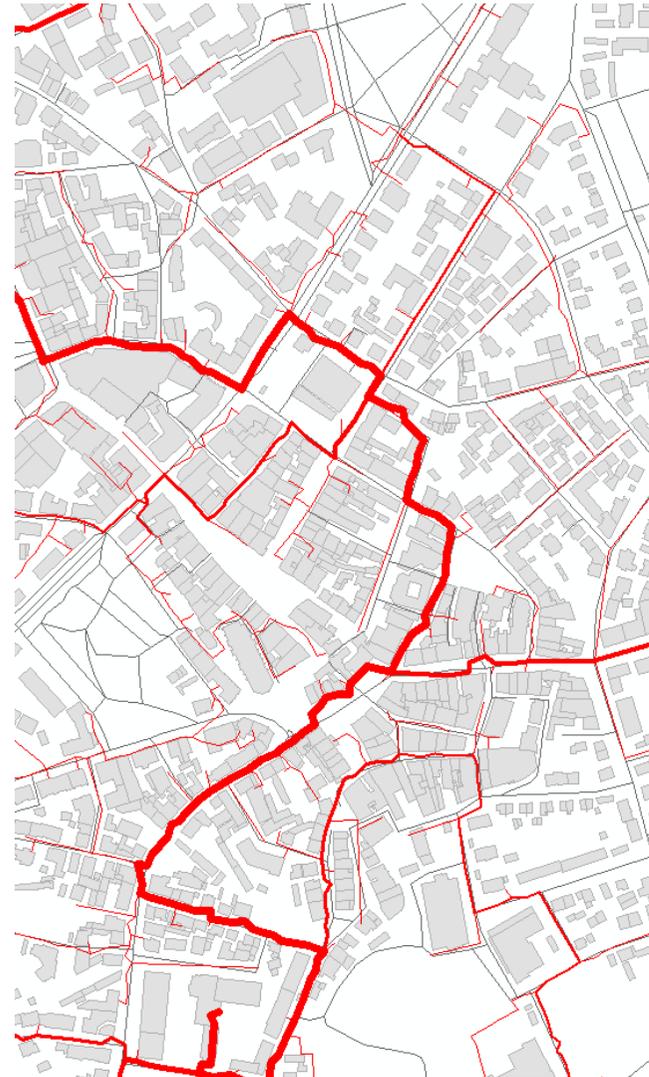
1. Bürgerlicher Ausschuss mit Mandat (und Verantwortung) in der Konzeption
2. Regelmäßige Verbreitung von beiden Planungsprozessen mit Möglichkeiten für Feedback
3. Veröffentlichung des endgültigen Energiekonzepts
4. Offizielle Zustimmung zu den Inhalten des Energiekonzepts
5. Durchführung der Maßnahmen inklusive Darlegung der Meilensteine
6. Evaluierung von Fortschritte



# 5. Umsetzung

## 5.3. Zusammenfassung

- Jede Maßnahme hat eine Größenordnung, auf der sie effektiv ist
- Es gibt drei Prioritäten für Maßnahmen in einem Energiekonzept:
  1. Verbrauchsreduzierung
  2. Effizienzsteigerung
  3. Nutzung regenerativer Energien
- Zwei Arten von Veränderung
  - Verhaltensänderung
  - Technische Maßnahmen



# Das UP-RES Konsortium

Kontakt für dieses Modul: **Technische Universität München**



- **Finnland: Aalto University School of science and technology**

[www.aalto.fi](http://www.aalto.fi)

SaAS

- **Spanien: SaAS Sabaté associats Arquitectura i Sostenibilitat**

[www.saas.cat](http://www.saas.cat)



- **UK: BRE Building Research Establishment Ltd.** [www.bre.co.uk](http://www.bre.co.uk)

- **Deutschland:**



**AGFW – Der Energieverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.**

[www.agfw.de](http://www.agfw.de)



**Universität Augsburg**

[www.uni-augsburg.de](http://www.uni-augsburg.de)



**Technische Universität München**

[www.tum.de](http://www.tum.de)



- **Ungarn: University Debrecen**

[www.unideb.hu](http://www.unideb.hu)