

Leitfragen zur Entwicklung von Klimaschutz-Strategien für Masterplan-Kommunen (MPK)

Die folgenden Leitfragen wurden im Rahmen des Forschungsprojekts „KomRev“¹ entwickelt und mündeten in einer methodischen Anleitung im *Handbuch methodischer Grundfragen für die Masterplan-Erstellung*. Die hier zusammen gestellten Leitfragen sind als anleitend formulierte, grundlegende Fragestellungen zu verstehen, die nun die Masterplan-Entwicklung der 2. Runde begleiten sollen. Sie bildeten auch die Ausgangsbasis für die Erstellung der beiden exemplarischen Zielkonzepte MOD-DEZ (moderat-dezentral) und MAX-DEZ (maximal-dezentral) für das Jahr 2050 und ihre vertieften Analysen im „KomRev“-Projekt. Die Leitfragen zu den drei Energiewenden (Brennstoffe, Wärme, Strom) wurden hier zur besseren Übersichtlichkeit und Nachvollziehbarkeit der wichtigsten Aspekte und Abläufe durch Ablauf-Diagramme ergänzt.

Für die Erstellung der Masterpläne der 2. Runde sollen sie einen Orientierungsrahmen bieten, durch den eine einheitliche und strukturierte Vorgehensweise ermöglicht wird.

1. Übergeordnete Fragestellungen

Ausgangsbedingungen

- Handelt es sich bei Ihrer Kommune um einen eher städtisch oder eher ländlich geprägten Raum?
- Welche Auswirkungen hätten in Ihrer/Ihren MPK starke wirtschaftliche/demografische Veränderungen (Wachstum/Rückgang)?
- Welche Rolle spielt die Industrie in Ihrer/Ihren MPK (Anteile am Energiebedarf, an THG-Emissionen und an der Beschäftigung/Wertschöpfung vor Ort)?
- Welche energie-/CO₂-intensiven Branchen sind ggf. vorhanden (Aluminium, Chemie, Papier, Stahl, Zement, Massentierhaltung)?

Szenarien

- Welche Strategien und Szenarien bzw. Zukunftsvisionen gibt es bereits bzw. haben Sie entwickelt?
- Welche Strategien und Szenarien verfolgen Sie für das Thema Suffizienz?
- Wie sehen Ihre Zwischen- (2030) und Fernziele (2050) aus bzw. woran orientieren Sie sich? Gibt es Überlegungen für ein Sektorziel 2020?
- Welche „Hot-Spots“ (insbesondere bezogen auf den Energiebedarf bzw. die CO₂-Emissionen) sehen Sie bzw. erwarten Sie in der Zukunft vor Ort?

¹ Die kommunale Effizienzrevolution für den Klimaschutz in den deutschen Städten – Voraussetzungen, Transformationspfade, Wirkungen „KomRev“, FKZ 03KSE043A, BMUB, Laufzeit: Nov. 2012 bis Dez. 2016;

- Finden Sie sich in einem der beiden im Handbuch anhand von Rheine skizzierten Szenarien (Mod-Dez oder Max-Dez) wieder? Wenn ja, welches würden Sie eher verfolgen?
- Welche sektoralen Leitziele bezogen auf Energieträger (Brennstoffe, Gas, Strom, Wärme) bzw. Anwendungsbereichen (Haushalte, Industrie, Gewerbe, Verkehr, Kleinverbraucher) verfolgen Sie?

Energieeffizienz und erneuerbaren Energien (EE)

- Welche Planungen, Strategien und/oder Ziele gibt es bezogen auf Effizienzsteigerungen und Energieeinsparungen?
- In welchen Bereichen / Sektoren liegen diesbezüglich die Prioritäten?
- Welche Planungen und Ziele gibt es bereits für den lokalen EE-Ausbau (Strom, Wärme und Verkehr)?
- Welche installierten Leistungen und Erzeugungsmixe erwarten Sie für die Jahre 2030 und 2050?
- Wie könnten für Ihre Kommune mittelfristige Zwischenziele für EE und Effizienz/Einsparung im Jahr 2030 aussehen?

2. Brennstoffwende (Kap. 13)

A) Biomasse

1. Welche nachhaltig gewinnbaren **Biomassepotenziale** liegen in der Region vor in Form von
 - a) landwirtschaftlicher Nutzfläche,
 - b) Wald- und Brennholz
 - c) land- und forstwirtschaftliche Reststoffe sowie
 - d) Industrie- und Siedlungsabfälle?
2. Inwieweit mindert sich das energetisch nutzbare Biomassepotenzial aufgrund **stofflicher Nutzungskonkurrenz** in Form von
 - a) **Flächenkonkurrenz** (für Nahrung und Futtermittel sowie Naturschutzflächen, landwirtschaftliche Extensivierung und Zunahme von Siedlungsflächen) und
 - b) **Nutzungskonkurrenz** (für Dünger und Humus, Industrierohstoffe und Baumaterial sowie aufgrund von Mobilisierungsproblemen in Privatwäldern)?
3. Wie hoch ist der direkt innerhalb der Kommune verwendbare Anteil der Biomasse in der Zielvision? Welche Mengen an Biomasse muss im Fall mangelnder Potenziale **importiert** werden bzw. kann im Überschussfall **exportiert** werden?
4. Welche **Prioritätenreihenfolge** der energetischen Biomasseverwendung wird für die Versorgungsentscheidungen der Masterplan-Zielvision festlegt und welche exergetischen Effizienzen ergeben sich dadurch? D.h. welche Biomasse-Endenergieträger

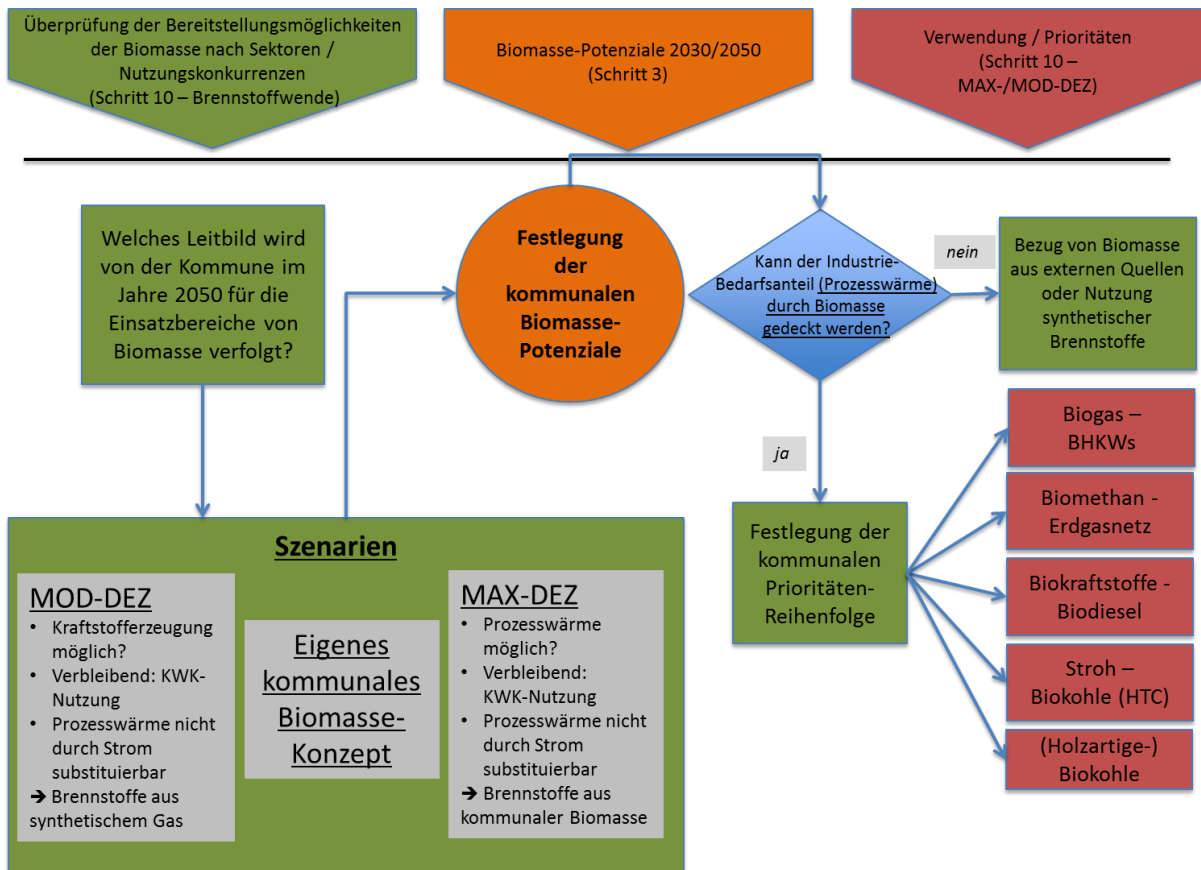
können aufgrund der heimischen Potenziale und müssen aufgrund der identifizierten Nachfrage produziert werden (bis 2050):

- a) **Brennstoffe** (Biomethan, Biogas, Biokohle, Holzgas, Holzhackschnitzel)
 - b) **Kraftstoffe** (Biomethan, Pflanzenöl, Biodiesel, Bioethanol, BtL-Kraftstoff)?
5. Kann der Industrie-Bedarfsanteil (Prozesswärme) durch Biomasse gedeckt werden?

B) Synthetische EE-Gase

6. Welche **Potenziale** und **Versorgungsmöglichkeiten** gibt es für die Synthese erneuerbarer Gase (EE-Gase):
- a) **Wasserstoff (H₂)**
 - b) **Synthetisches Methan (SNG)?**
7. Für welche direkten und indirekten **Einsatzbereiche** (mobile und stationäre Brennstoffzellen, industrielle und gewerbliche Prozesswärme, Einspeisung in Gasnetz...) können die synthetisierten Gase sinnvoll eingesetzt werden?
8. Welche **Infrastrukturen** (Wasserstoffnetze und -Tankstellen, Änderungen an Komponenten und Endgeräten im Erdgasnetz...) müssen dafür errichtet oder ertüchtigt werden?
9. Welche **Rückwirkungen** hat der Einsatz von EE-Gasen auf **andere Sektoren** (Wärme, Strom, Verkehr) hinsichtlich veränderter Nachfragemengen und infrastrukturell notwendiger Anpassungen?

Abbildung 1: Entscheidungsdiagramm zur Strategieentwicklung einer Brennstoffwende



Infobox: Storytelling Kommune Grünfeld*

Rentner Conrad Clevers Blick schweift 2050 über die weiten Felder voller energetisch optimierter Wildpflanzen -wilde Möhre, Steinklee und Flockenblumen- und denkt dabei an seine Anfänge als Masterplan-Manager in der Kommune Grünfeld zurück:

2016 begann alles, als er erstmals schwarz auf weiß sah, dass die Biomassepotenziale pro Kopf in Grünfeld doppelt so hoch waren wie im Bundesdurchschnitt. „Gott sei Dank“ dachte er damals „wo wir doch hier so viel Industrie in der Region haben.“ Vorausschauend, wie Herr Clever war, initiierte er mit der ansässigen Industrie einen runden Tisch für biogene Brennstoffe und freute sich 10 Jahre später über die erfolgreiche Einweihung der Firma Grünmethan. Damals hatte noch keiner geahnt, dass sie einmal zusammen mit der Grünkohle AG der größte Arbeitgeber vor Ort werden würde und Biomethan und Biokohle das Exportgut Nummer eins der Kommune werden würde.

In den Gesprächen mit der Industrie hatte sich außerdem ergeben, dass große Mengen an Abwärme aus den Prozessen nicht genutzt wurden. Mit dem Wärmeplan hatten sich im Stadtrat viele am Anfang schwer getan: „Ein Nahwärmenetz mit industrieller Abwärme, Solarthermischen Anlagen und Biogas KWK im gesamten Stadtgebiet, das soll funktionieren?“ Als Erdgas und -öl aber dann explosionsartig teurer wurde, wollte auf einmal jeder doch ganz schnell ans Wärmenetz angeschlossen werden.

* Die Kommune Grünfeld ist eine fiktive Kommune. Die benannten Entscheidungen sollen beispielhaft in narrativer Form mögliche Entwicklungen in einer Kommune auf Grund der individuellen Voraussetzungen wiedergeben.

3. Wärmewende (Kap. 14)

1. Welche prinzipiellen **Versorgungsmöglichkeiten** ergeben sich aufgrund der vorhandenen kommunalen Strukturen (Wärme-, Strom- und Gasnetze, industrielle Ausprägung...) und Potenziale (EE, Abwärme..)?
2. Welche jeweiligen **Vor- und Nachteile** bringen die einzelnen Versorgungsoptionen mit sich hinsichtlich
 - a) gebäude- und infrastruktureller Anforderungen
 - b) in Bezug auf Wechselwirkungen mit anderen Sektoren (Potenzialnutzung, Fluktuationwirkung, Infrastruktur)?
→ Bsp. Freisetzung von Potenzialen für zwingende Brennstoffbedarfe im Verkehr und bei industriellen Prozessen; Rückwirkungen auf Lastprofile im Stromnetz durch Einsatz von Wärmepumpen...
3. Wie kann bei der Bereitstellung von Niedertemperaturwärme neben der *Energie-Effizienz* auch eine größtmögliche **Exergie-Effizienz** realisiert werden?
→ Bsp. Abwärme-Kaskadierung und Verzicht auf Verbrennung hochwertige Brennstoffe und auf den Einsatz von monovalenten Strom-Direktheizungen
4. Für welche **Strategie** entscheidet sich die Kommune auf Basis der vorliegenden Bedingungen hinsichtlich Infrastrukturen und Potenziale:
 - a) Schwerpunkt **Wärmenetze mit saisonaler Wärmespeicherung**
 - b) Schwerpunkt **strombasierte Einzelgebäudeversorgung**
 - c) **Kombinationen** aus beidem

A) Wärmenetze (mit saisonaler Wärmespeicherung)

5. Welche **Wärmenetze** liegen bereits vor und können genutzt oder ungenutzt werden?
6. Welche kommunalen **Potenziale an erneuerbaren Energien** (Solarenergie, geothermische und Umweltwärme, Biomasse für KWK) und **Abwärmequellen** (gewerbliche, industrielle und kommunale Abwärme, KWK-Abwärme) lassen sich mit Hilfe von Wärmenetzen erschließen? Erfordert die Charakteristik der Wärmeeinspeiser den Einsatz von Kurzzeit- oder Langzeit-Wärmespeichern?
7. Ist - auch im Zieljahr - eine ausreichend hohe **Wärmebedarfsdichte** gegeben (Anhaltswerte: mind. 150 MWh/ha/a bzw. mind. 0,5 MWh/m Netzlänge)?
8. Lassen sich bei nicht ausreichend hohen Wärmebedarfsdichten alternativ **Low-Ex-Wärmenetze** sinnvoll realisieren?
9. Ist ausreichend Platz für **saisonale Speicher** (Anhaltswerte für Mindestgröße: ca. 10.000 m³) vorhanden und wo lassen sich potenzielle Speicher verorten? Wenn nein, welche Flächen und Räume (z.B. Verkehrsflächen) können zukünftig dafür umgenutzt werden?

10. Ist der **absolute Nutzwärmebedarf** des heute und zukünftig zu versorgenden Siedlungsgebietes ausreichend für einen sinnvollen Einsatz eines saisonalen Speichers (Anhaltswert: mind. 580 MWh/a)?
11. Welche **Freiflächen** und welche **Dachflächen** sind für eine solarthermische Nutzung geeignet? Liegen diesbezüglich Nutzungskonkurrenzen vor?
12. Lassen sich mit einer zentralen Backup-Wärmepumpe im saisonalen Speicher zusätzlich **DSM-Potenziale** (Demand Side Management = gezielte Steuerung der Nachfrage) realisieren (Querbezug zur Stromwende)?

B) Strombasierte Einzelversorgung (über Wärmepumpen)

13. Liegen Voraussetzungen für die Nutzung **oberflächennaher Geothermie** vor (Potenziale, Ausschlusskriterien...)?
14. Liegen auf der Bedarfsseite die Voraussetzungen für einen **energieeffizienten Niedertemperatur-Einsatz von Wärmepumpen** vor bzw. wie können diese zukünftig geschaffen werden (strategisch angelegte energetische Gebäudesanierung, Einbau von Flächenheizungen, Warmwasserversorgung im Durchflussprinzip...)?

Abbildung 2a.: Entscheidungsdiagramm Wärmenetz

Wo eignet sich 2050 eine Wärmeversorgung mit Nahwärmenetz?

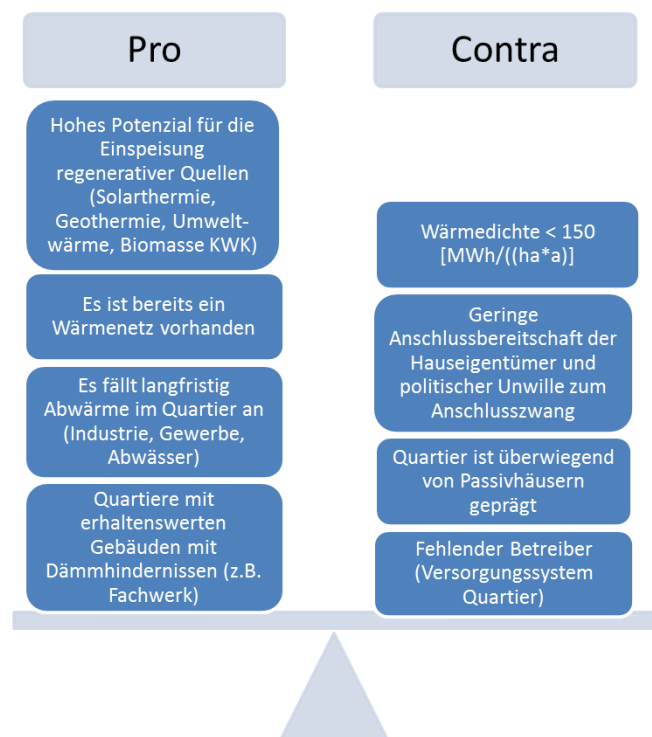


Abbildung 2b: Entscheidungsdiagramm zur Nutzung solarer Potenzialflächen

Sollen die solaren Potenzialflächen überwiegend für PV oder Solarthermie genutzt werden?

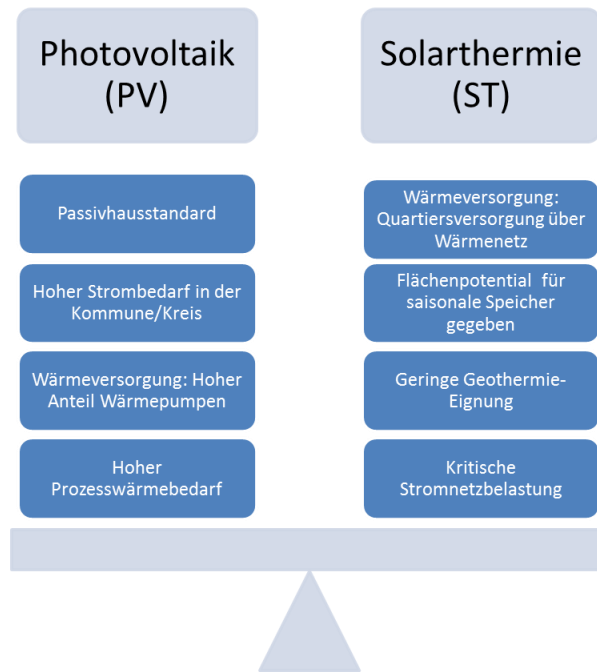


Abbildung 2c: Entscheidungsdiagramm Wärmeversorgung Gebäude

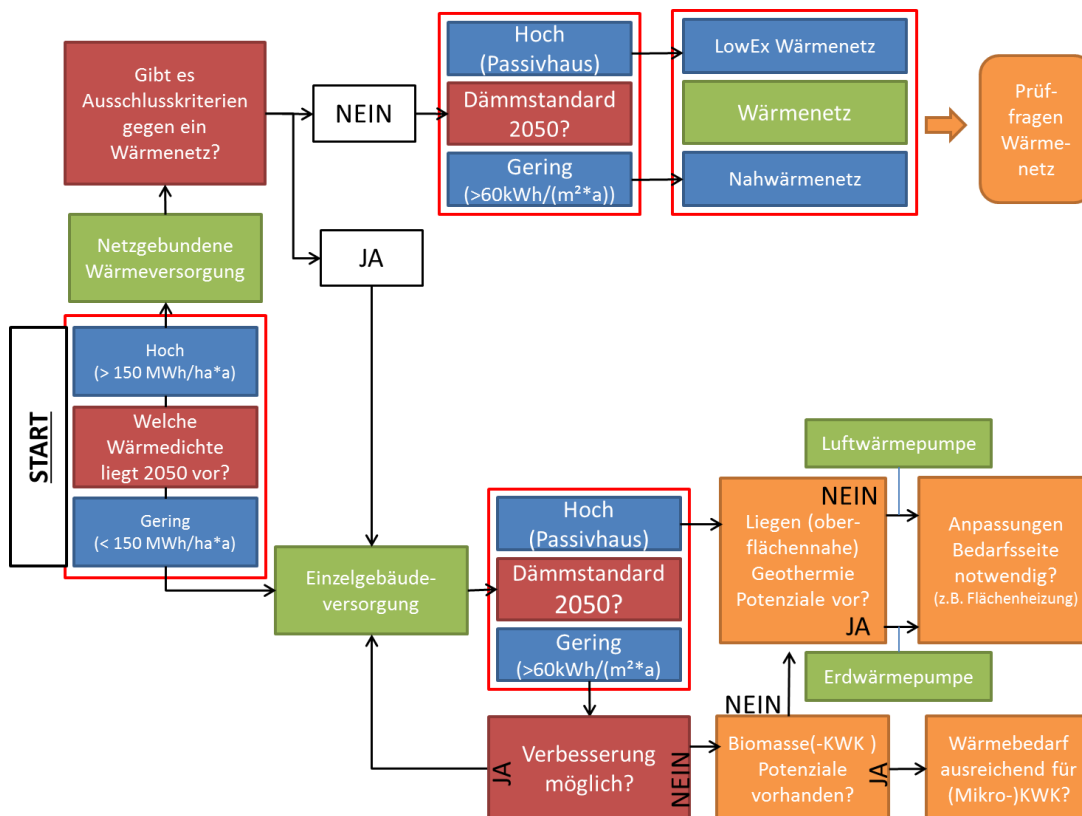
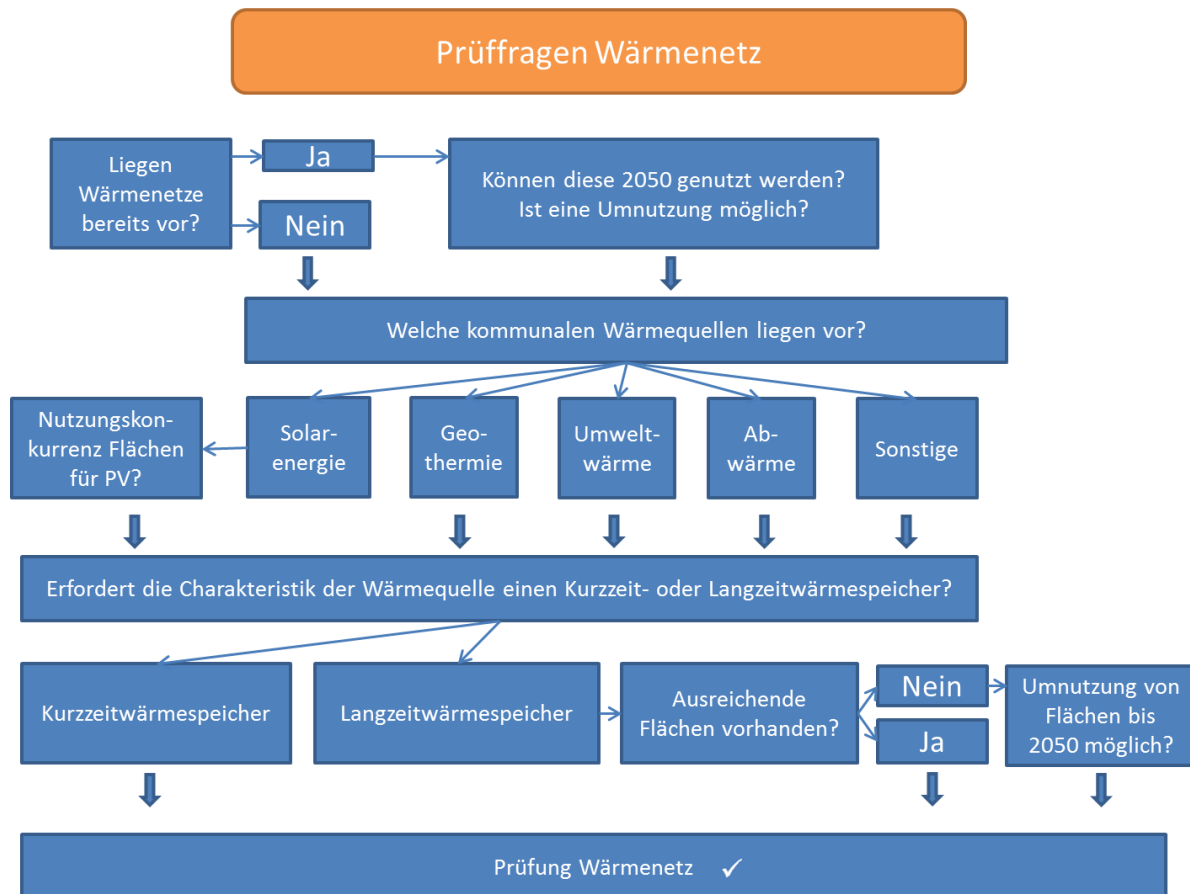


Abbildung 2d: Prüffragen Wärmenetz(aus)bau



4. Stromwende (Kap. 15)

A) Erneuerbare Strompotenziale und Ausgleichsoptionen

1. Welche **erneuerbaren Stromerzeugungsleistungen** (Technologien und Mengen) werden anhand der kommunalen Potenziale für die Zielvision festgelegt?
2. Welche **stromsystemrelevanten Versorgungsoptionen** werden für die Sektoren Haushalte, Industrie/GHD und Verkehr gewählt?
3. Welche **Residuallast-Extremwerte** (maximale positive und negative Leistungssummen durch Abgleich installierter Erzeugungsleistung und maximaler Bedarfe) resultieren daraus?
4. Welche **Fluktuations-Ausgleichsoptionen** stehen unter den gewählten Bedingungen zur Verfügung bzw. können und müssen entwickelt werden? Wie können diese qualitativ (in Anlehnung an Literaturwerte und Forschungsergebnisse) bestimmt werden?
5. Welche strukturellen Möglichkeiten zum **Ausgleich der residualen Last** (innerhalb des Stromsektors und in anderen Sektoren) liegen - entsprechend den kommunalen Strukturen und Potenzialen - vor? Wie sind diese Optionen hinsichtlich ihrer jeweiligen **Vor- und Nachteile** für das Gesamtsystem zu bewerten?
6. Über welche **kommunalen Strukturen** (z.B. Stadtwerke) kann ein Beitrag zum kommunalen, aber ggf. auch überregionalen Fluktuationsausgleich geleistet werden?

und dadurch der Anteil des innerhalb der Kommune erzeugten und direkt dort verbrauchten Stroms erhöht werden

- a) durch **Speicherbau**?
 - b) durch Koordination und Betrieb von **Demand-Side-Management** (z. B. netzentlastende Nutzung von privaten Hausspeichern)?
7. Sofern keine eigenen Stadtwerke vorhanden sind: Wie kann gemeinsam mit den Netzbetreibern und Energieversorgern in der Kommune ein **Plan zur Stabilisierung der Stromversorgung** erstellt werden? In welchem Maße können langfristig technische Ausgleichsoptionen im Gebiet der Kommune eingesetzt werden, um das lokale Netz, aber auch vorgelagerte Netzebenen zu entlasten?

B) Prozesswärmeversorgung

8. Welche relevanten industriellen und gewerblichen Unternehmen in der Region werden voraussichtlich auch zukünftig einen hohen Wärme- bzw. Brennstoffbedarf aufweisen? Wie lassen sich, angesichts der limitierten Verfügbarkeit erneuerbarer Brennstoffe, deren typische **Hochtemperatur-Prozesse elektrifizieren**?
9. Wie lassen sich durch den intelligenten Einsatz von (Hochtemperatur-) **Wärme- oder Kältespeichern** diese zukünftig strombasierten Prozesswärmebedarfe an die Anforderungen des Stromversorgungssystems zeitlich flexibilisieren (industrielle Prozesswärmeerzeugung als Last- und Erzeugungsmanagement-Option)?

C) Kraft-Wärme-Kopplung

10. An welchen Stellen können die (begrenzten) Biomasse-Potenziale sinnvoll in hocheffizienter Kraft-Wärme-Kopplung (**KWK**) bzw. Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (**KWKK**) eingesetzt werden (Industrie, Gewerbe, Wärmenetze, Objektversorgung, Bereitstellung von Ausgleichsenergie...)?

D) Fluktuationsausgleich durch reversible (elektrische oder chemische) Stromspeicher

11. Wie können regionale **Batteriespeicher** so errichtet und systemdienlich eingesetzt werden, dass sie
 - a) einen geringeren Verteilnetzausbau und einen kurzfristigen positiven wie negativen Fluktuationsausgleich (bei geringen Energieverlusten) ermöglichen,
 - b) die Stromnetzstabilisierung unterstützen und
 - c) den Anteil des vor Ort nutzbaren intrakommunal erzeugten Stroms erhöhen?
12. Sind industrielle **Quellen** konzentrierter **CO₂**-Ströme (Biogasanlagen, Kalkwerke etc.) in der Region vorhanden, mit deren Hilfe Wasserstoff aus Elektrolyseanlagen methanisiert und in das Gasnetz eingespeist werden kann?

Abbildung 3: Entscheidungsdiagramm zur Strategieentwicklung einer Stromwende

MP-Schritt 12: Ausgleichsoptionen Stromwende

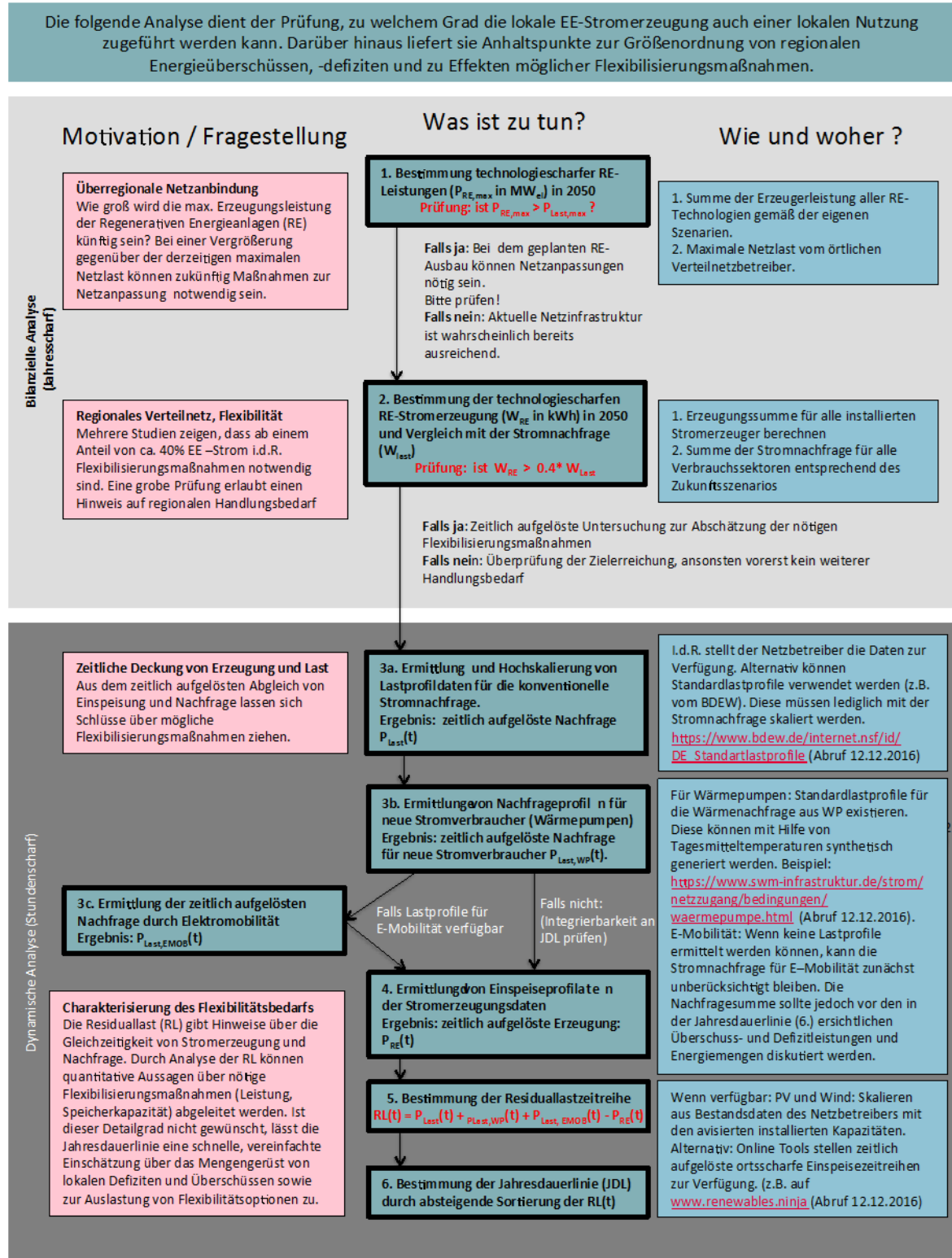
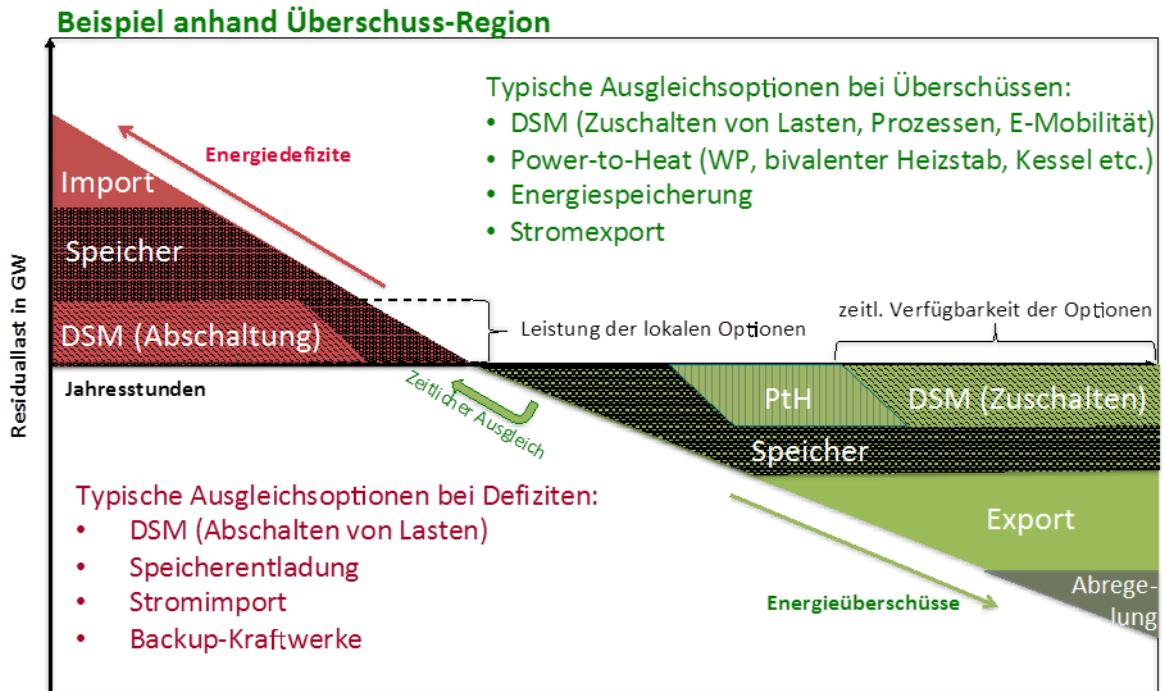


Abbildung 3b.: Schematische Darstellung der Jahresdauerlinie für eine Überschuss-Region mit beispielhafter (qualitativer) Angabe der zeitliche Verfügbarkeit und Leistung verschiedener Flexibilisierungsmaßnahmen

MP-Schritt 12: Ausgleichsoptionen Stromwende



Schematische Darstellung der Jahresdauerlinie und beispielhafte Einsatzmöglichkeiten (in Bezug auf zeitliche Verfügbarkeit und Leistung) der Flexibilisierungsmaßnahmen zur qualitativen Bewertung ihrer Eignung innerhalb der MP-Region.