

Strommarkttreffen Schweiz
18. November 2020

Sustainable thermal energy transition in Switzerland (Wärmewende Schweiz)

Evaluation of requirements and impacts

Martin Jakob, TEP Energy

Study on behalf of the *Wärmeinitiative Schweiz (WIS)*, c/o *AEE Suisse*

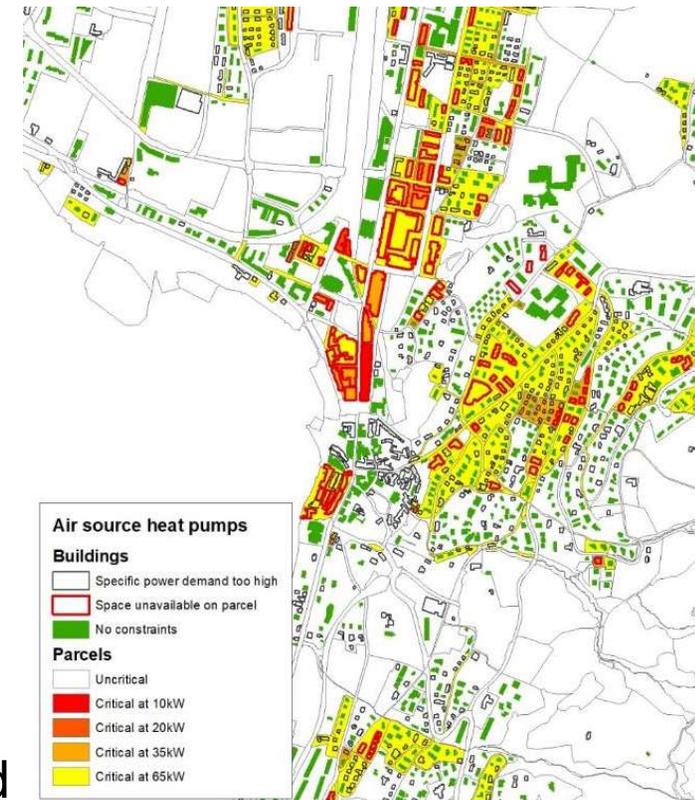
Conducted by TEP Energy GmbH, Zürich and Ecoplan AG, Bern

Martin Jakob (TEP), Ulrich Reiter (TEP), Giacomo Catenazzi (TEP), Benjamin Sunarjo (TEP),
Andy Müller (Ecoplan), Claudio Nägeli (Chalmers University)

Specific challenge to decarbonize the heat sector

Various barriers: technical, economic, social, bounded rationality, policy context

- Insulation measures entail high investments
- Buildings embedded in urban structure
- Limited potentials of thermal renewable energy sources (RES)
- RES partially locally bound or bound to buildings or tapping is restricted
- Industrial process heat hard to substitute
- ❖ Decarbonisation process too slow
- ❖ Additional policy measures needed
- Spatial techno-economic policy perspective needed



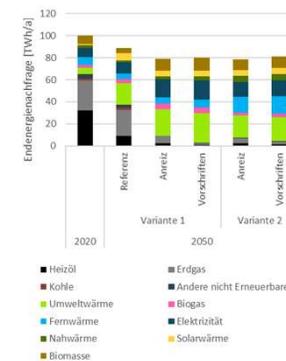
Objective and scope

Ziel: Aufzeigen, wie ein bis 2050 dekarbonisierter Wärmebereich aussehen könnte, welche Massnahmen/Instrumente notwendig sind und mit welchen Auswirkungen zu rechnen ist.

Inhalt der Studie «Dekarbonisierung des Wärmesektors in der Schweiz – Erfordernisse und Auswirkungen»

- Systemgrenzen und Bilanzperimeter
- Rahmenentwicklung, Instrumente und Massnahmen für je 2 Varianten von 2 Dekarbonisierungs-Szenarien, 1 Referenzszenario
- Analysen und Modellberechnungen Energie (jährlich, monatlich) und CO₂-Emissionen
- Volkswirtschaftliche Auswirkungen: Nutzen und Kosten

Studie soll als **Grundlage für die Arbeit der WIS und ihrer Mitglieder** dienen, d.h. sie soll die WIS dabei unterstützen, Massnahmen zu definieren und auf verschiedenen Ebenen voranzutreiben



Methodology and approach: study design

- **System boundary :**
 - Annual and monthly energy balance
 - Directe emissionens and up-stream emissions (without LCA)
- **2 Variants of 2 Decarbonisation-Scenarios**, each with a mix of measures, with focus on:
 - Sc 1: Focus incentives
 - Sc 2: Focus codes/regulation
 - Variant 1: slow expansion of thermal grids
 - Variant 2: rapid expansion of thermal grids, incl. mid-deep geothermal
- **Priority decarbonisation:**
 1. Technology options: currently available, moderate developments, no technology break throughs
 2. Specify measures to achieve low CO₂ mitications costs
 3. Efficiency first
 4. Locally bound potentials directly for the heat sector
 5. Domestic potentials (incl. partial allocation to other sectors)

Study design: Strategy of scenarios

Economic and financial incentive scenario

- Primäres Instrument CO₂-Abgabe
- CO₂-Abgabe/Förderung als verteilungspolitisches Instrument
- Ergänzung der Abgabe durch ein vorausschauendes Verbot
- Aktive kommunale und regionale Energieplanung
- Gezielte Instrumente thermische Netze und mitteltiefe Geothermie
- Information und Kommunikation – Aus- und Weiterbildung

Codes and regulation scenario

- Frühzeitige Planungssicherheit (ab 2025-2030) notwendig
- CO₂-Absenkpfad, Leistungsbegrenzung für WP-Einsatz
- Neudefinition der CO₂-Abgabe (Rückverteilung für Härtefälle)
- Aktive kommunale und regionale Energieplanung
- Gezielte Instrumente thermische Netze und mitteltiefe Geothermie
- Information und Kommunikation – Aus- und Weiterbildung

Variant 1

Slow
Low

Variant 2

Rapid
Intensiv

Slow
Low

Rapid
Intensiv

Methodology and approach

1. Pre-analysis building stock:

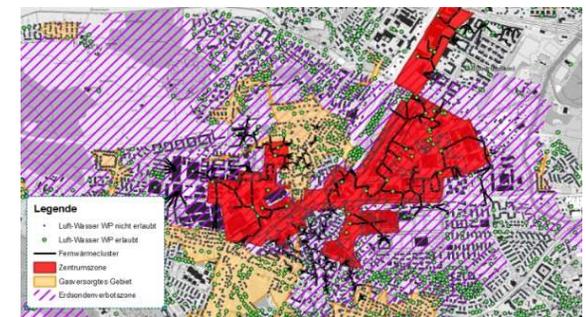
- **Nachfrageseite Identifikation:**
Gebäude zu Clustern und Netzen verbinden in Abhängigkeit der Wärmeverteilung
- **Potenzielle angebotsseitige Deckung:**
Wärmequellen und -senken im GIS den Clustern/Netzen zuordnen
- **Ergebnis:** erschliessbare Potenziale erneuerbare Energien in Abhängigkeit
 - Wärmeverteilungskosten
 - Reihenfolge der Erschliessung

2. Modelling demand of district heat :

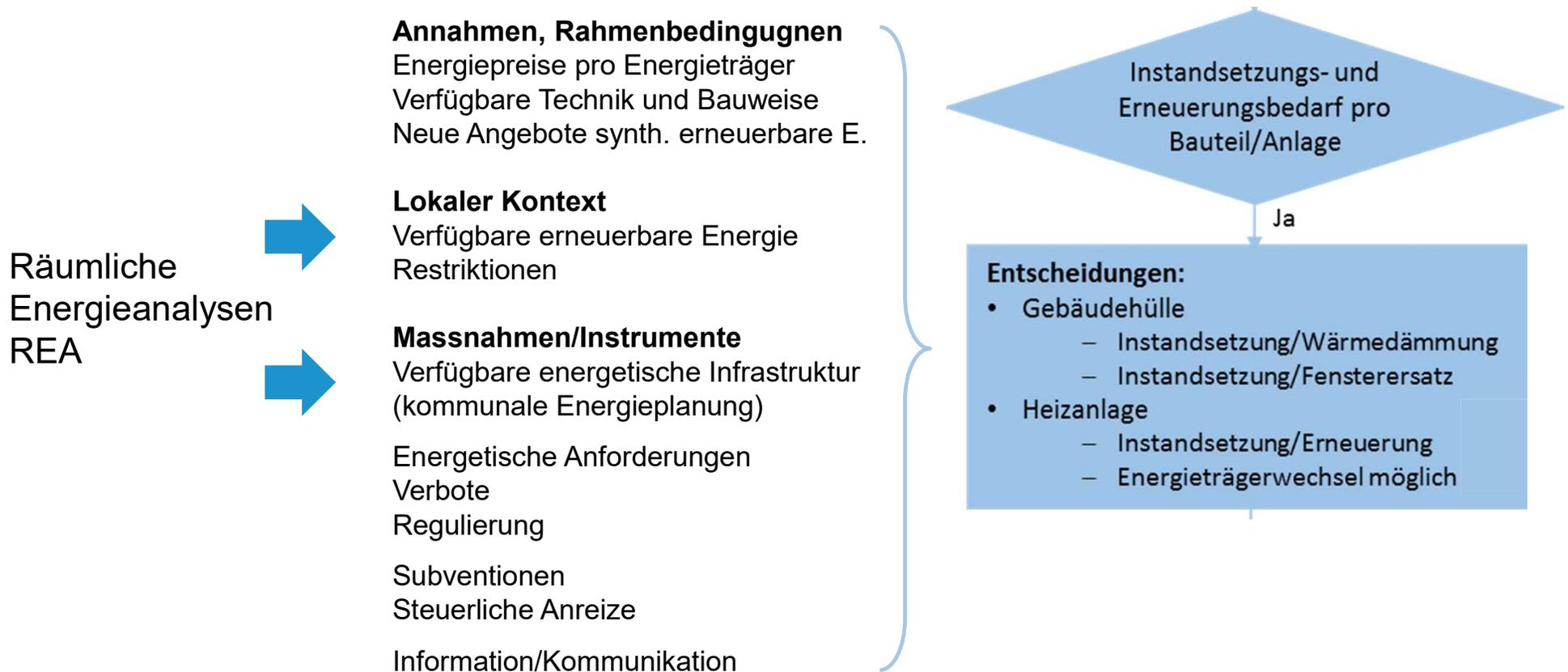
- Verfügbarkeit beim Gebäude (siehe Voranalyse)
- Abhängig von der Aufbaudynamik der Netze
- Wärmekosten (Lieferung, Nutzung)

3. Mix district heat generation:

- Wärmeerzeugungskosten
- Weitere Einflussfaktoren (z.B. Risiken)



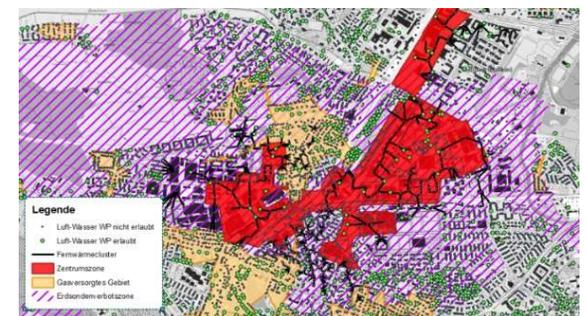
Methodology and approach to model decisions of building owners



Methodology and approach to address limited potentials

Nachfrage- und Angebotspotenziale

1. Gebäudescharfer Energiebedarf ausgehend von Gebäudeparkmodell (GPM) TEP (Basis für räumliche Zuordnung sind Daten aus GPM, GWR/STATENT, 3D-Modell von swisstopo, harmonisierte Bauzonen)
2. Zusammenschluss zu nachfrageseitigen Nah- und Fernwärme-Clustern gemäss Distanzkriterium basierend auf Grenzkosten Wärmeverteilung
3. Zuordnung der Energienachfrage pro Cluster zu Wärmepotenzialen gemäss Restriktionen und Priorisierung



Approach and parameters to identify demand-side thermal clusters

		Einfamilien- häuser	Mehrfamilien- häuser	Dienstleistung/ Industrie	Verbindungs- leitungen	
Annahmen für die 3 Fälle tief, mittel, hoch	Max. zulässige Grenzkosten der Wärmeverteilung ***	Tief	6 Rp/kWh	4 Rp/kWh	4 Rp/kWh	1 Rp/kWh
		Mittel	8 Rp/kWh	6.5 Rp/kWh	6 Rp/kWh	2 Rp/kWh
		Hoch	10 Rp/kWh	9 Rp/kWh	8 Rp/kWh	2 Rp/kWh
Verwendete Parameter für Berechnung der Grenzkosten Wärmeverteilung	Wirtschaftliche Lebensdauer	Tief	30 Jahre			30 Jahre
		Mittel/Hoch	30 Jahre			30 Jahre
	Investitionskosten		600 CHF/m (unversiegelt) 1500 CHF/m (versiegelt) 2500 CHF/m (hohe Bebauungsdichte)			1200 CHF/m
	Unterstellter Anschlussgrad* **	Tief	35%	45%	50%	
	Mittel/Hoch	50%	60%	70%		

* Zum Zeitpunkt des Investitionsentscheidens (vertraglich oder mit LOI abgesichert).

** Für die Berechnung der Wärmekosten beim Kunden wird von einem 10% bis 20% höheren Anschlussgrad für den Zeitpunkt des Endausbaus ausgegangen

*** Die resultierenden mittleren Wärmeverteilungskosten liegen bei weniger als der Hälfte der Grenzkosten, weil das Maximum nur in seltenen Fällen ausgenutzt werden muss.

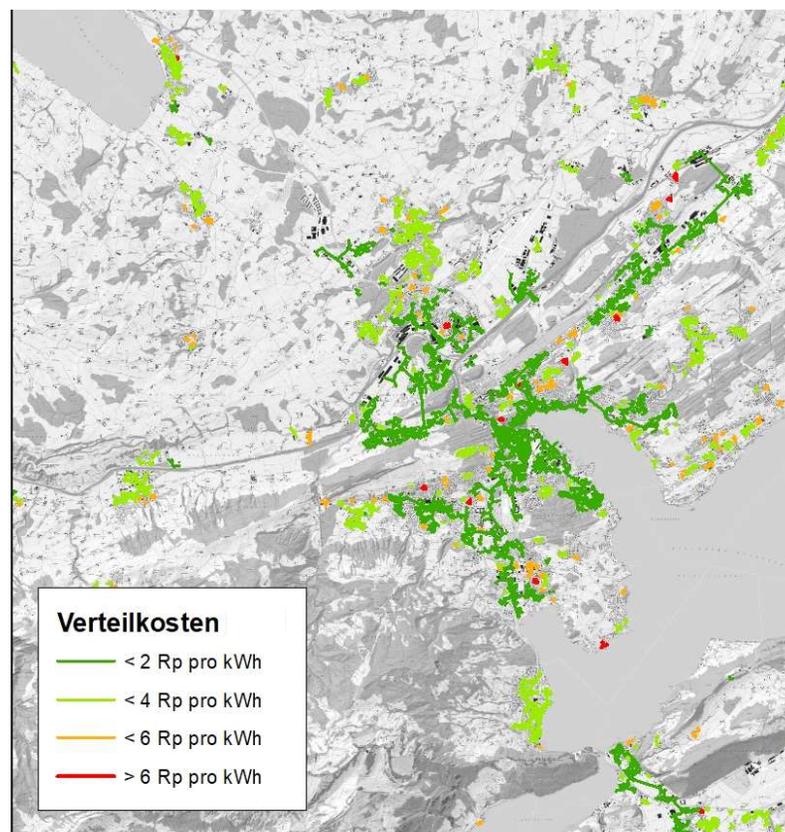
Potenziale lassen sich erschliessen

Ergebnisse nachfrageseitige Clusterbildung

Potenzielle Anteile der Energienachfrage innerhalb eines potenziellen Nah- oder Fernwärmenetzes, nach Gebäudesektor

Max. zulässige Grenzkosten der Wärmeverteilung

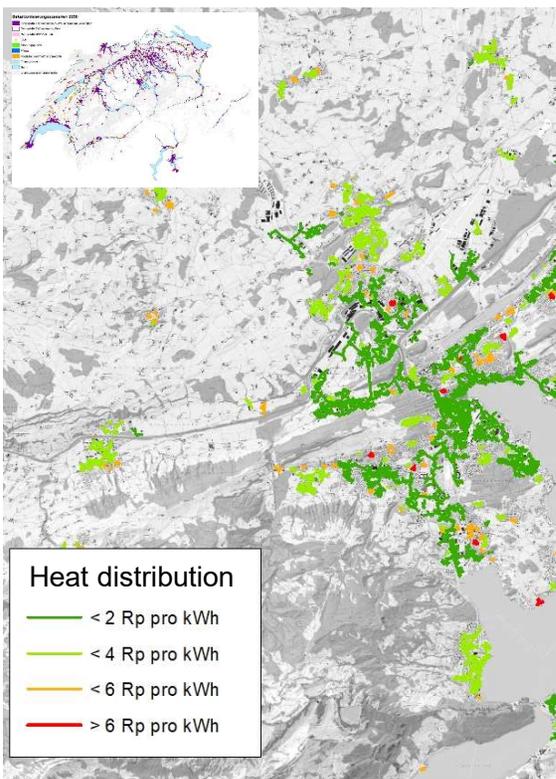
	Tief	Mittel	Hoch
Einfamilienhäuser	5 %	28 %	42 %
Mehrfamilienhäuser	26 %	67 %	75 %
Dienstleistung	58 %	82 %	86 %
Industriegebäude	67 %	83 %	85 %
Alle Sektoren	26 %	56 %	65 %



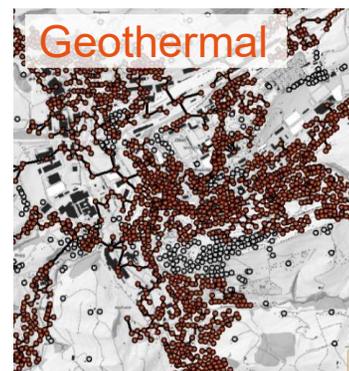
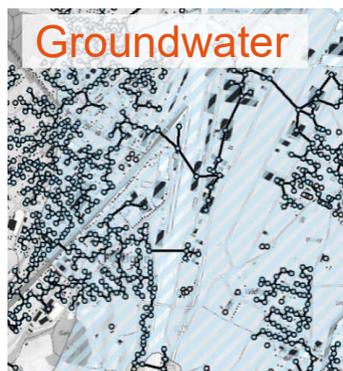
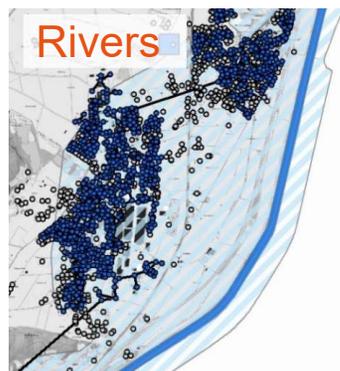
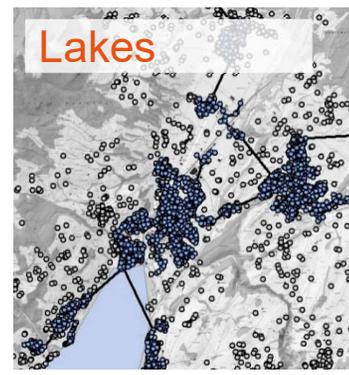
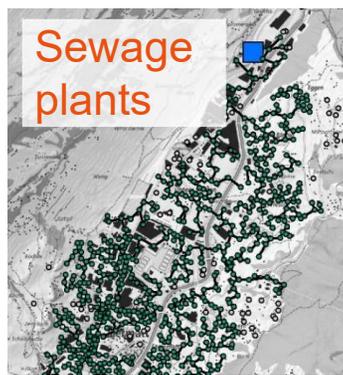
Potentials may be tapped – with adequate measures

Demand, potentials and their exploitation

Demand side clusters



Potentials and supply side clusters



Es braucht alle Potenziale, aber nicht alle vollständig

Zum Ziel gibts verschiedene Wege

Beispiel ortsgebundene Energieträger mit Infrastruktur

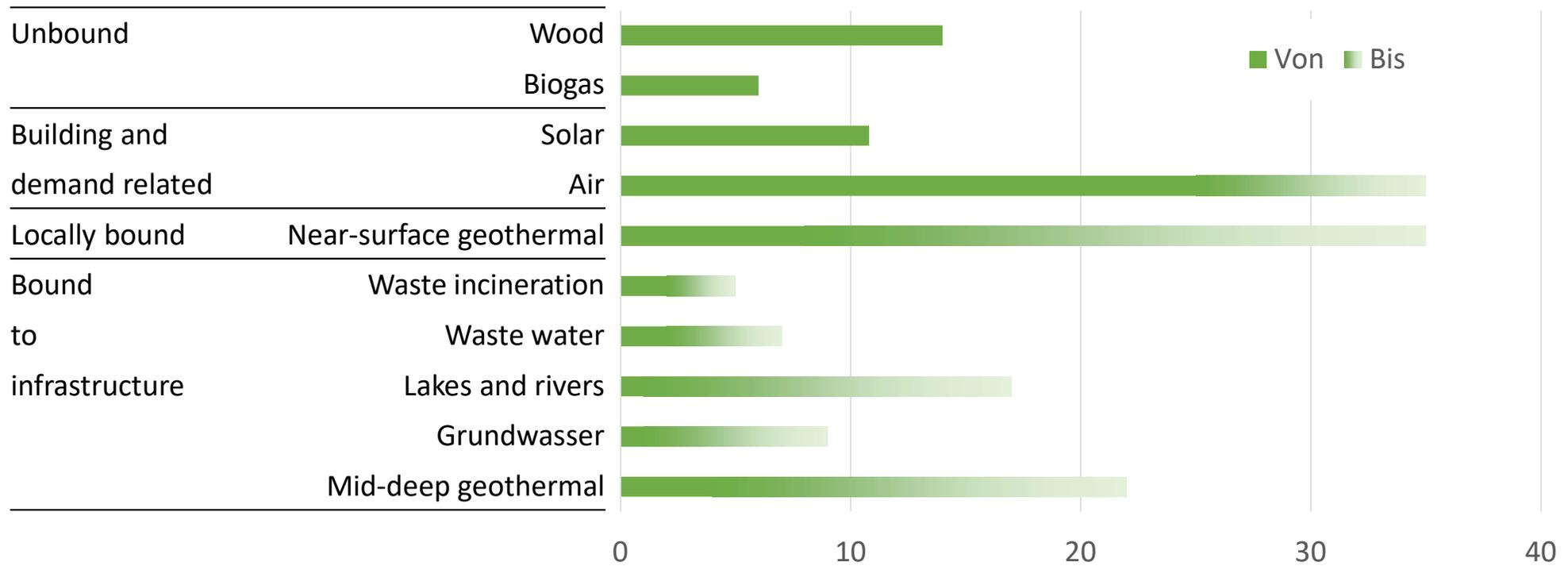
Dekarbonisierungs-Szenario
(Annahme mittlere
Verteilkosten)

Wärmequelle	Verfügbar	Zugeordnet (nach Rangfolge Priorisierung)			
		a	b	c	d
KVA	6.8	6.3	6.3	6.3	6.3
ARA	7.5	6.9	6.9	6.9	6.9
EHS	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5
Seen	134.3	10.7	0.4	0.6	0.7
Fluss	27.3	6.8	12.5	0.3	0.7
Grundwasser	13.7	3.1	4.5	9.1	1.1
Geothermie	146.0	3.9	7.3	14.6	22.3
Rest (nicht zugeordnet)		4.2	4.3	4.3	4.2
Total ortsgebunden	336	42.6	42.6	42.6	42.6

(*) bivalent, inkl. Spitzenlast und Strom für WP,

All Potentials, but not completely

Zum Ziel gibts verschiedene Wege



Annahmen: Betrachtungsebene Endkunden | Ortgebunden: bivalent, inkl. Spitzenlast | Fall mittlere Verteilkosten | WP-basiert: inkl. Strom für WP

All Potentials, but not completely

Potentials exceed demand

Potentials renewable energy sources - overview

Potentials renewable energy

100-120 TWh

Total nachhaltig nutzbare Potenziale unter Berücksichtigung thermische Verbunde (Thermisch, inkl. Strom für Gross-WP, aber ohne PV)

Aktueller Endenergieverbrauch im Wärmebereich:

Current demand

100 TWh

(inkl. Elektrizität für Wärme)

Entwicklung bis 2050, je nach Szenario:

Future demand

70 – 90 TWh

(inkl. Elektrizität für Wärme)

Entwicklung Endenergienachfrage Szenario-Varianten 1

Sektor Wohngebäude

- Nachfrage leicht stärker rückläufig
- Hohe Bedeutung dezentrale Lösungen (WP, solar), v.a. bei EFH
- Fade-out fossile Energie:
 - Anreiz-Szenario fast
 - Vorschriften-Szenario komplett
- Restriktionen in urbanen Räumen möglicherweise unterschätzt

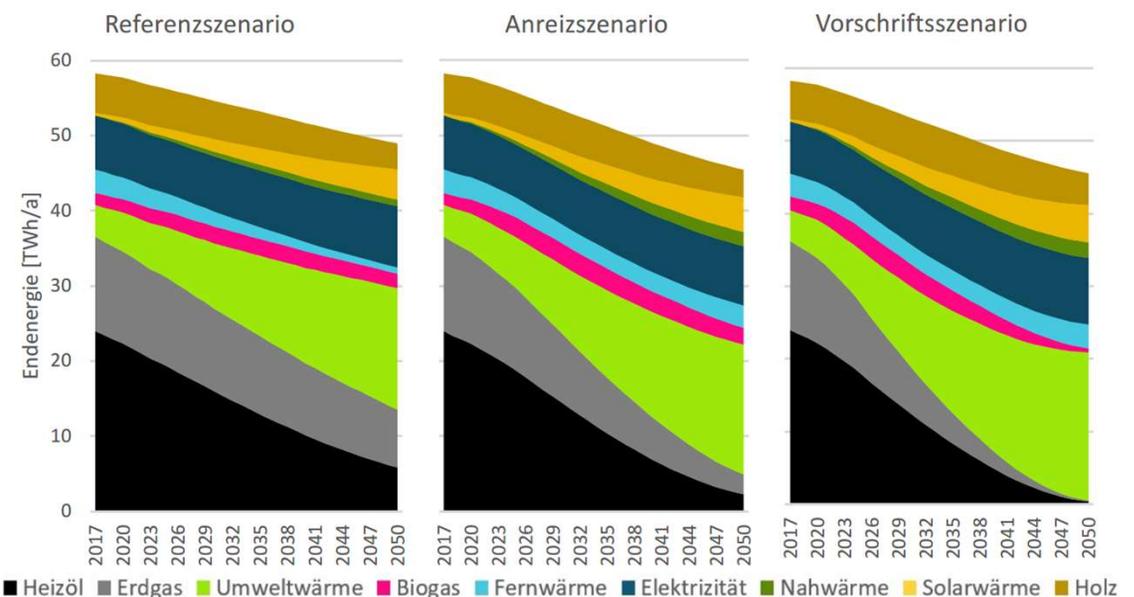


Abbildung 9 Endenergienachfrage in Haushalten für Warmwasser und Raumwärme in der Variante 1⁸. Umweltwärme: erneuerbare Energie aus Luft und Geothermie, welche dezentral und gebäudebezogen genutzt wird. Inputmix der Endenergieträger Strom, Nah- und Fernwärme siehe Kap. 5 und Anhang.

Quelle: TEP Energy, Chalmers University of Technology, sinom, 15.05.2020

Es braucht Fernwärme und andere thermische Netze

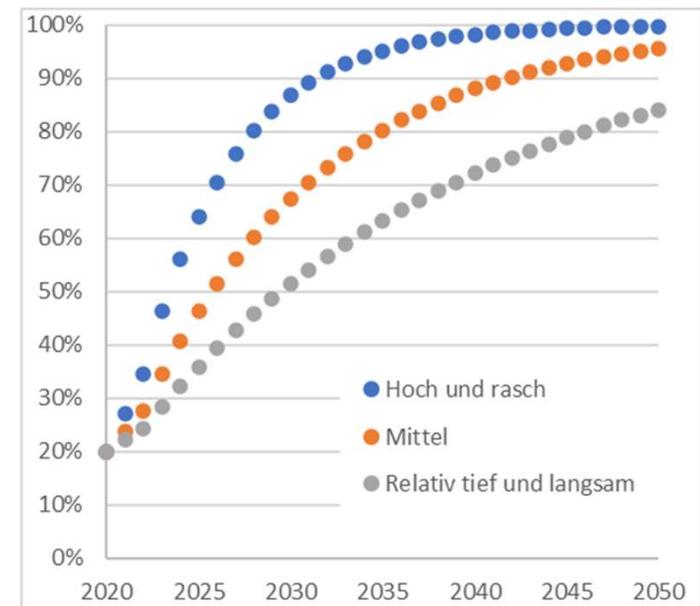
Rascher Aufbau macht den Unterschied

Ausgangslage

- ❑ Marktanteil FW inkl. NW am Wärmemarkt gegen 10%
- ❑ Heute ca. 15-20% des (energetisch gewichteten) Siedlungsgebiets erschlossen

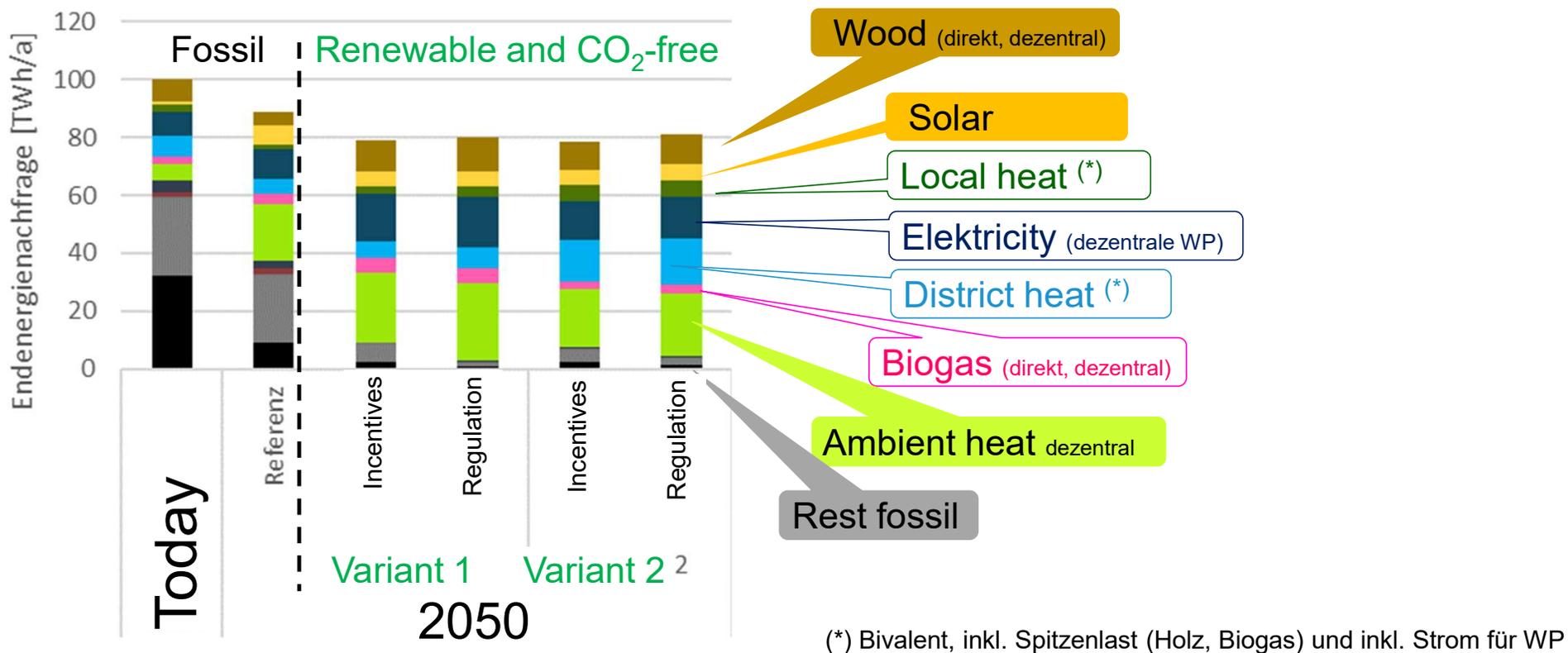
Erforderlich

- Rasche Aufbaudynamik und Verdichtung
- Planung
- Sicherstellung Finanzierung
- Politische Entscheide
- Koordination Tiefbau



One goal, several pathways: 2 Variants of 2 Scenarios

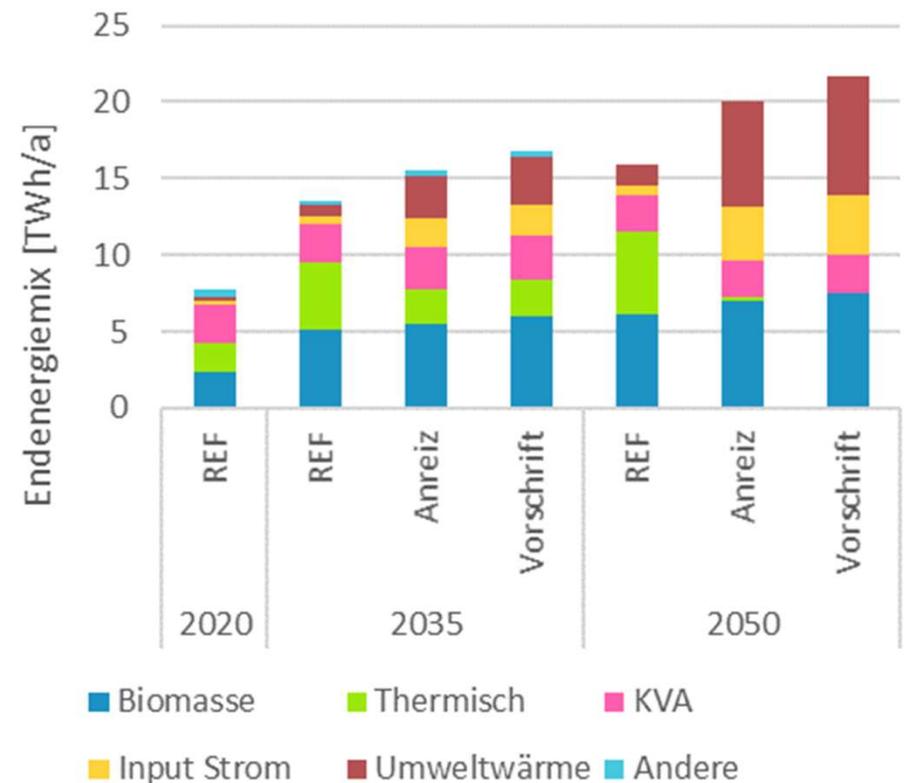
Final energy for thermal purposes of buildings and industry



Verschiedene Wege: 2 Szenarien, 2 Varianten

Produktionsmix Nah- und FW

- Biomasse (v.a. Spitzenlast)
- KVA
- Strom (für WP)
- Zentrale Umweltwärme: Gewässer, mitteltiefe Geothermie, ARA



Es braucht auch Winterstrom aber weniger als man denkt

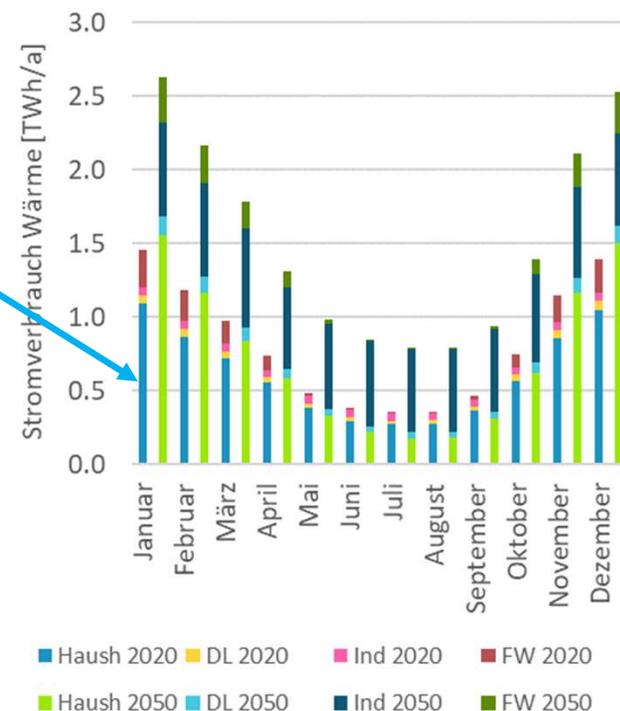
Bedarf Winterstrom

- Dekarbonisierung akzentuiert Strombedarf im Winter
- Netto mit rd. 7 TWh deutlich weniger als brutto:
Höhere Effizienz, Ersatz Elektroheizungen und –boiler
- Wesentlich höherer Winterstrombedarf durch
 - Wegfall KKW
 - Elektromobilität

Deckung Winterstrom

- Dekarbonisierung Wärmesektor: Mix aus PV, WKK (Biogas, Biomasse, KVA), Wind (inkl. Importe), (Speicher)
- Ausblick: ohne KKW, inkl. Elektromobilität: höhere Effizienz Gebäudetechnik, mehr PV, mehr Wind, mehr Speicher

Monatsstrombilanz Wärme 2020 vs. 2050
Vorschriftsszenario Variante 1



Empfehlungen für Massnahmen

Bund und Kantone

Bund:

- CO₂-Abgabe bis auf 300 CHF/t CO₂ + vorausschauendes Verbot
- Absenkpfad CO₂/m²: Übergangslösungen im urbanen Umfeld
- Erneuerbare FW: Förderung, Befreiung Gross-WP von KEV-Abgabe und/oder Netzgebühren
- Industrie: Benchmarksystem und/oder direkte Förderung
- Mitteltiefe Geothermie: Datenbereitstellung (3-Seismik), Pilotprojekte
- Förderung von Langzeitspeichern

Kantone:

- Befristete Betriebsbewilligungen fossile Heizungen, Bonus-Malus Heizungen
- Verpflichtende kommunale Energieplanung
- Grundlagen für Gebietskonzessionen mit Zielverpflichtung
- Förderungen: thermische Netze
- Weitere (steuerliche Verzerrungen, Harmonisierung, Verfahrensabläufe, Information, Vorbildfunktion)

Empfehlungen für Massnahmen

Städte, Gemeinden und EVU

Städte

- Kommunale Zielsetzungen verankern inkl. Eigentümerstrategie der EVU
- Verpflichtende Energieplanung
- Konzessionen mit Zielvereinbarungen
- Vorinvestitionen oder Bürgschaften, Refinanzierung „stranded investments“ Gas
- Vereinfachte Verfahrensabläufe
- Verstärkung der Informationsanstrengungen

Energieversorgungsunternehmen, Contractoren

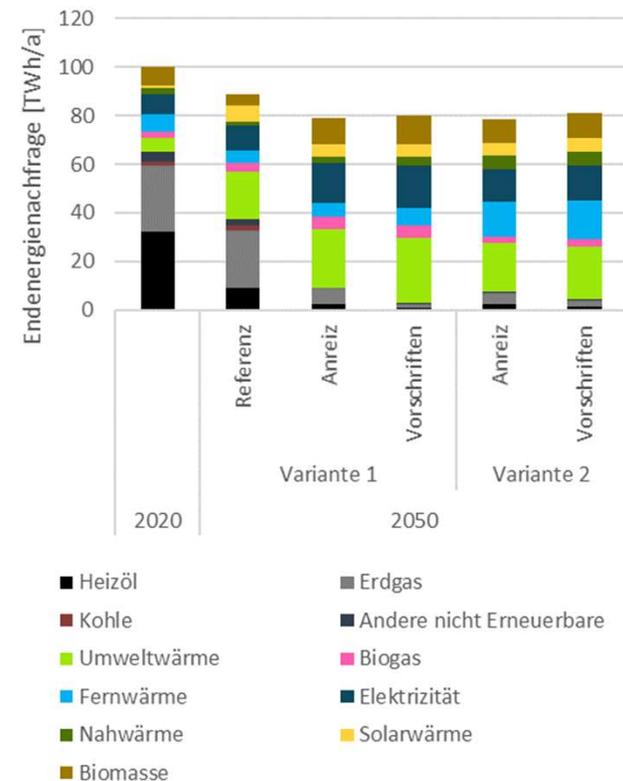
- Dekarbonisierungsstrategie entwickeln und lokal verankern
- Übergangslösungen anbieten, Gebäude zu lokalen Clustern verbinden
- Finanzierung sicherstellen
- Proaktive Information der Installateure und Gebäudeeigentümer

Verschiedene Wege

Endenergie Wärmesektor Sektoren Gebäude und Industrie

Wichtigste Erkenntnisse Modellrechnungen

- ❑ Nachfrage rückläufig trotz Wachstum
- ❑ Referenz ohne weitere Massnahmen:
Dekarbonisierung wird nicht erreicht
- ❑ Neue Vielfalt bei der Wärmeversorgung
- ❑ Dezentrale Wärme in EFH:
Strom-WP und Umweltwärme
- ❑ Leitungsgebunden in Städten und Agglomerationen
- ❑ Hochwertige Energieträger in
Fernwärme und Industrie einsetzen
- ❑ Industrie: WP/Pinch, erneuerbare
Brennstoffe, Prozessanpassungen



Further reading

Kontakt:

Martin Jakob, www.tep-energy.ch
+41 43 500 71 71 und +41 79 691 16 28

Studie:

- Erneuerbare und CO₂-freie Wärmeversorgung Schweiz -
Evaluation von Erfordernissen und Auswirkungen
- Download:
 - www.tep-energy.ch
 - www.ecoplan.ch
 - <https://waermeinitiative.ch/de/fakten>