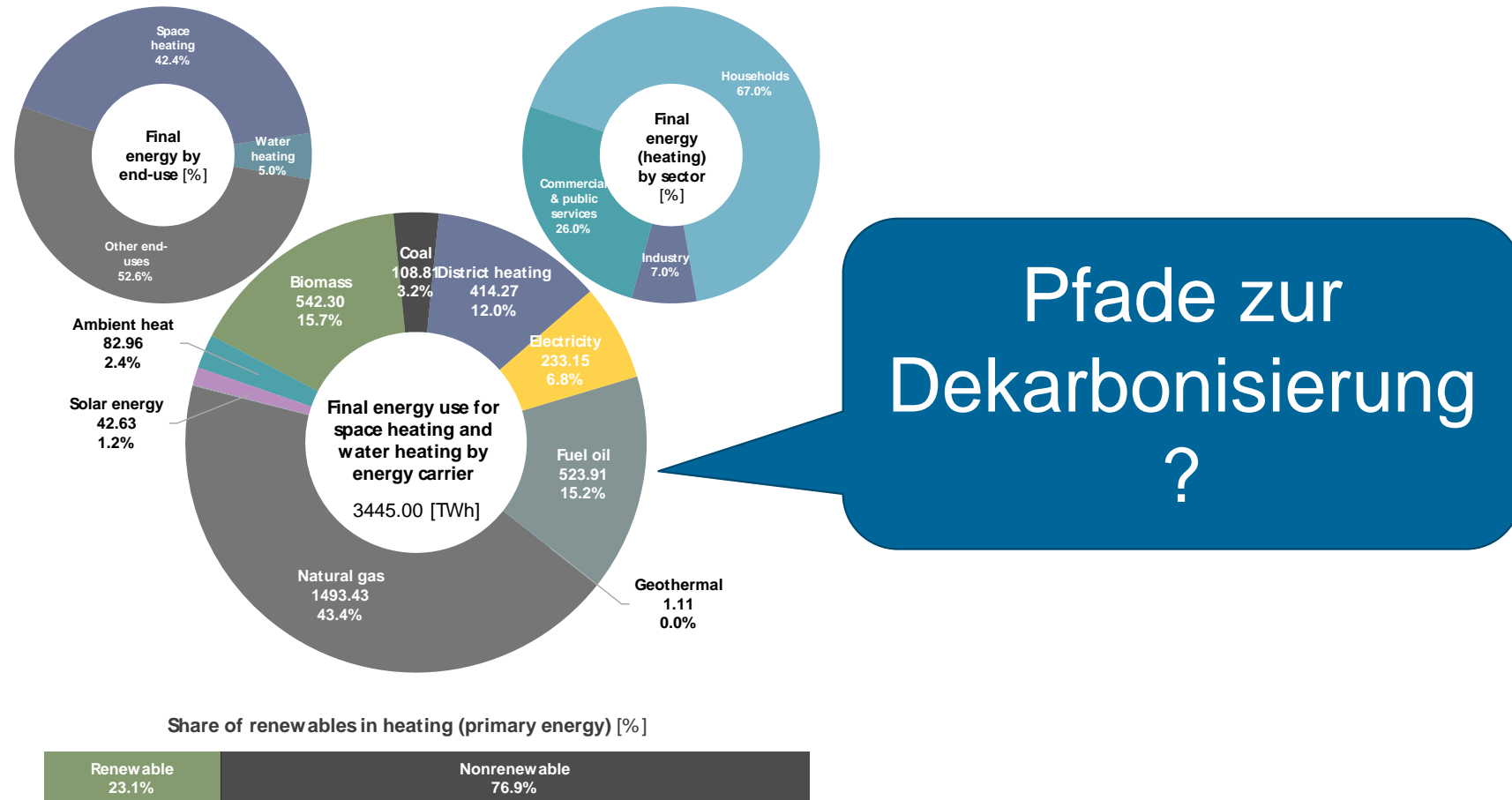


# Wärmewende reloaded: Perspektiven, Planungstools, Prioritäten

Lukas Kranzl

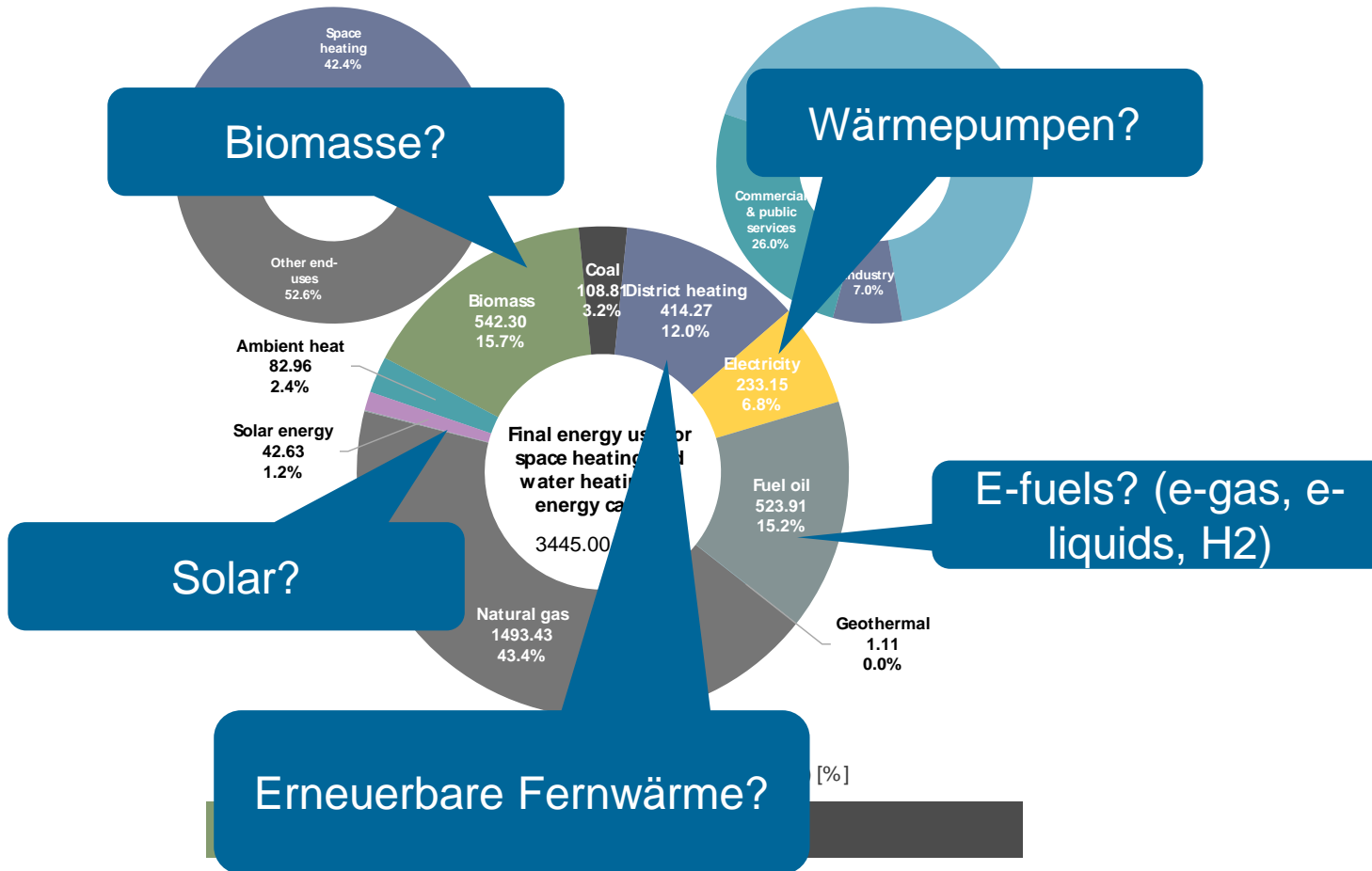
Zero Emission Cities 2023, 19.1.2023

# Energiebedarf für Raumwärme & Warmwasser, EU-27



Source: Fraunhofer ISI in ENER/C1/2018-494 – Renewable Space Heating under the Revised Renewable Energy Directive, 2021; Data year: 2017

# Energiebedarf für Raumwärme & Warmwasser, EU-27



- Rolle Effizienz und der Gebäudehülle?
- Speicher und Flexibilitäten?
- Aktive Integration von Gebäuden in das Energiesystem

- Politische Instrumente?
- Planungstools?
- Daten?

Source: Fraunhofer ISI in ENER/C1/2018-494 – Renewable Space Heating under the Revised Renewable Energy Directive, 2021; Data year: 2017

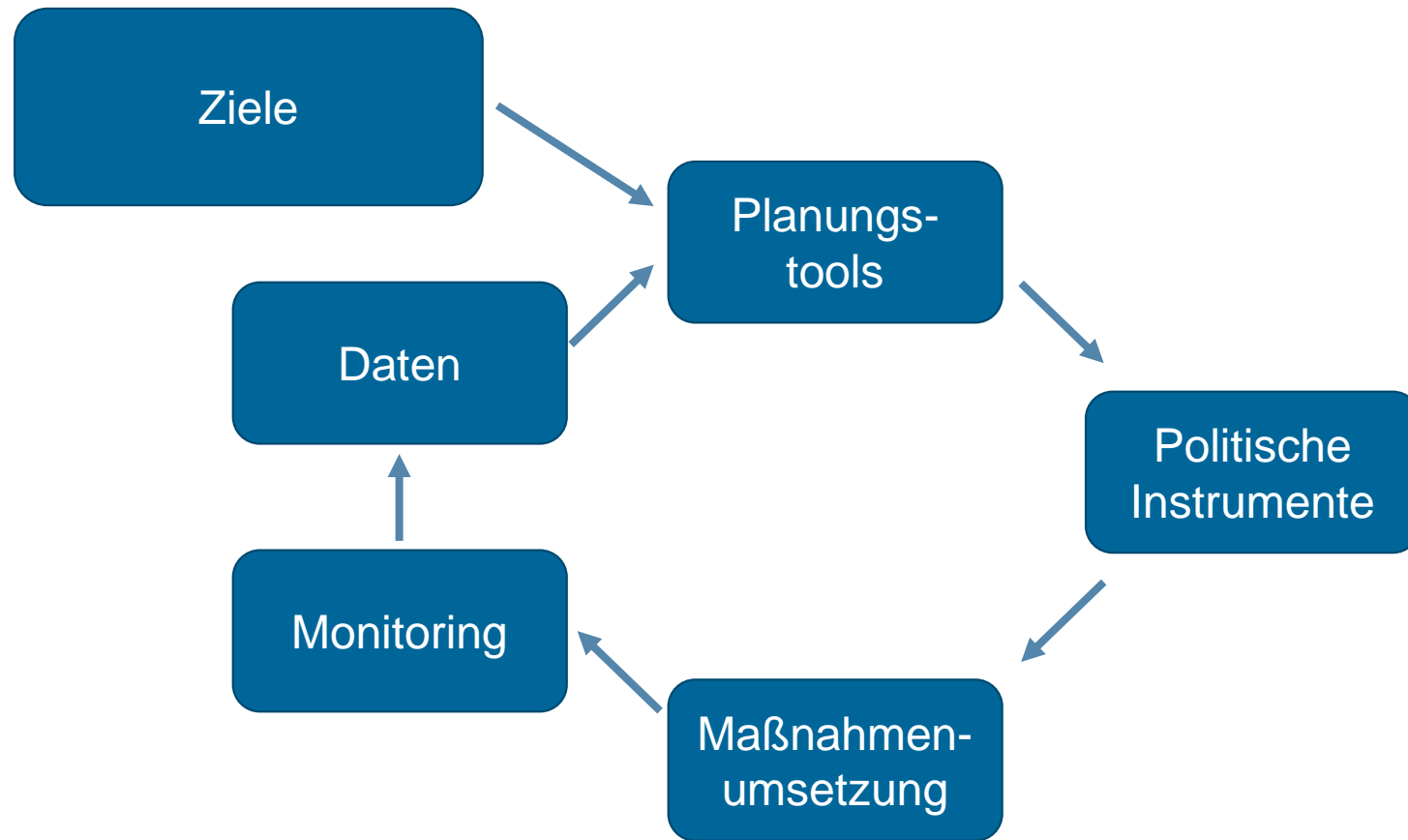
# Inhalt

- ▶ Warum Wärmewende „reloaded“?
- ▶ Schwierigkeiten „on the ground“
- ▶ Lösungsansätze?

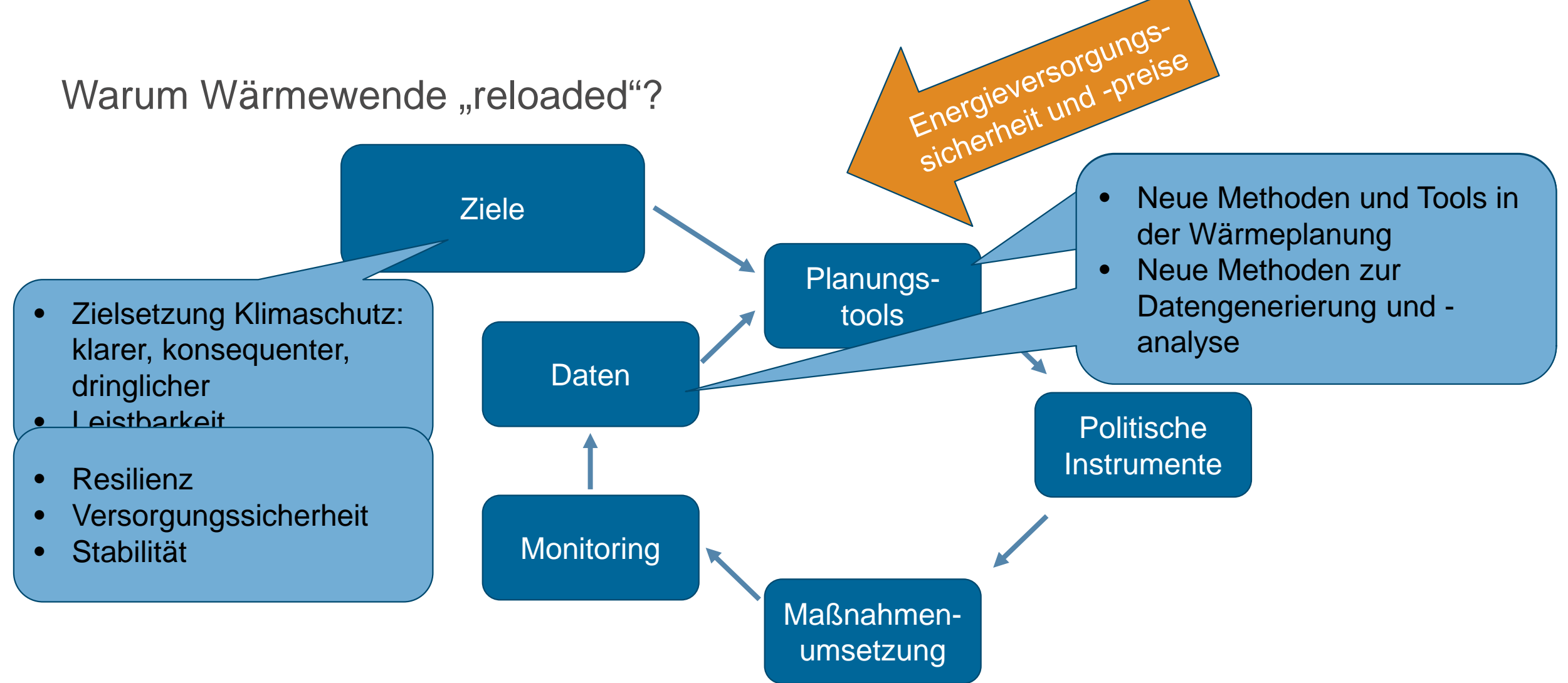
# Inhalt

- ▶ **Warum Wärmewende „reloaded“?**
- ▶ Schwierigkeiten „on the ground“
- ▶ Lösungsansätze?

## Warum Wärmewende „reloaded“?



# Warum Wärmewende „reloaded“?



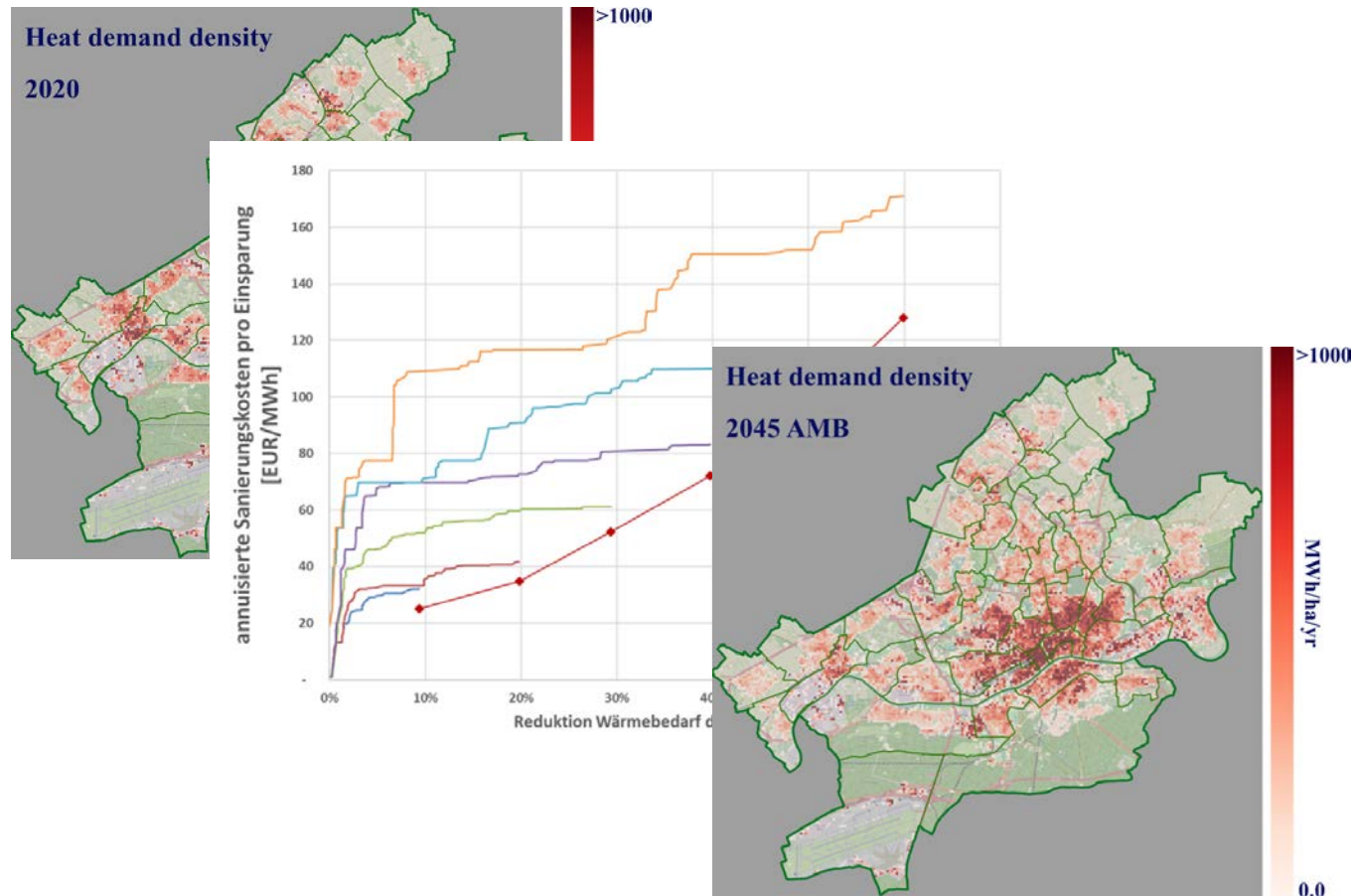
# Neue Methoden und Tools in der Wärmeplanung

- Planungstools in vergangenen Jahren entwickelt, z.B. Thermos, Hotmaps zur besseren Automatisierung und Reduktion von Kosten in der Planung
  - Act!onHeat unterstützt Gemeinden in Europa in ihrem Wärmeplanungs-Prozess
  - Path2LC initiierte Netzwerke von Gemeinden zur gegenseitigen Unterstützung bei der Wärmeplanung
  - Nutzung neuer Daten: Satellitendaten, Smart-Meter-Daten, IoT, BIM, ...
  - Machine Learning – Ansätze (z.B. Projekt Moderate)
  - ...
- 
- <https://actionheat.eu>
  - <https://path2lc.eu/>
  - <https://moderate-project.eu/>
  - <https://www.thermos-project.eu/thermos-tool/tool-access/>
  - <https://www.hotmaps.eu>

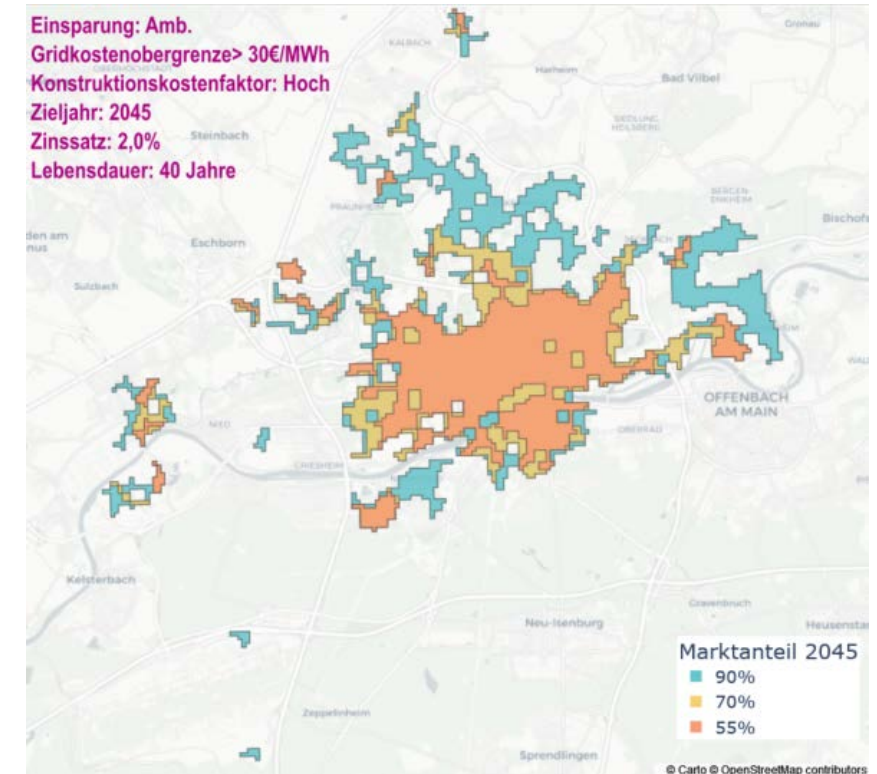
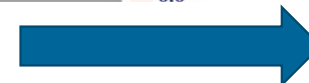




# Wärmedichtekarten und Sanierungsszenarien als Grundlage der Wärmeplanung (vorläufige, beispielhafte Ergebnisse für Frankfurt)

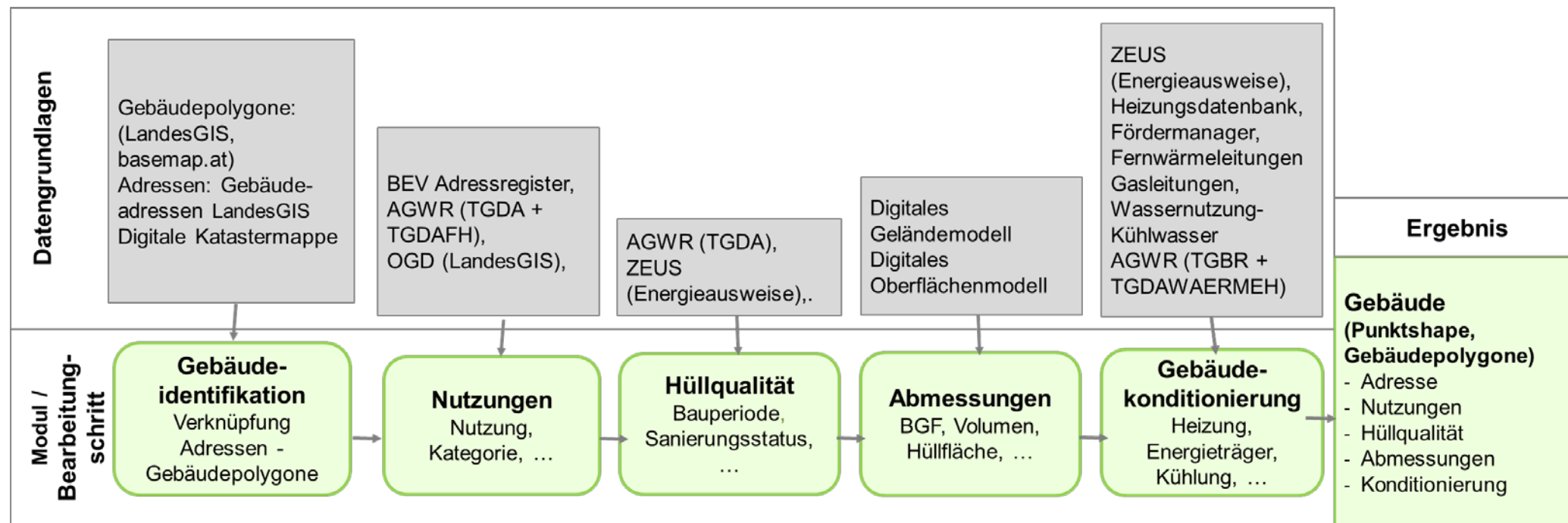


Aktuelle und mögliche zukünftige Wärmedichte



Attraktive Fernwärmeregionen in verschiedenen Szenarien

# Gebäudemodell des Projekts „Spatial Energy Planning“ (SEP)



www.waermeplanung.at



# Wärmebedarf auf Gebäude-Ebene (SEP)

Heat Demand Salzburg - Building Level



# Ergebnisse je Gebäudeadresse aus dem SEP-Modell

## Identifikation

ID der Gebäudeadresse	
ID der Gebäudepolygone	
Gemeindekennzahl	
Gemeindenname	
Postleitzahl	
Straßenkennzahl	
Straßenname	
Hausnummer Zahl + Buchstabe	
Adresscode 1	
Gebäudeadresssubcode	
Adresscode 2	
Identifikator des Gebäudes im AGWR	
Grundbuchnummer + Grundstücksnummer	
Schritt der Zuordnung	
Punktgeometrie	
Gebäudepolygongeometrie	

## Nutzung

Identifikator der Nutzungseinheit	[-]
ID der Gebäudeadresse	[-]
Bestandstatus	Klassif.
Gebäude Hauptwohnsitze	[-]
Gebäude Nebenwohnsitze	[-]
Gebäudekategorie	Klassif.
Nutzungen des Gebäudes	Klassif.
Datenquelle Nutzung	[-]
Hauptnutzung des Gebäudes	Klassif.
Eigentübertyp des Gebäudes	Klassif.
Besitzverhältnis	Klassif.
Datum der letzten Änderung	ddmmjj

## Abmessung

ID der Gebäudepolygone	[-]
Außengrundfläche	[m²]
Firsthöhe	[m]
Bruttovolumen	[m³]
Bruttogrundfläche	[m²]
Datenquelle BGF	[-]
Bruttogrundfläche konditioniert	[m²]
Außenwandfläche	[m²]
Dachfläche	[m²]
Hüllfläche konditioniert	[m²]
AV Verhältnis	[-]
Kompaktheit	Klassif.
Datum der letzten Änderung	ddmmjj

## Konditionierung

ID der Gebäudeadresse	[-]
Ort der Versorgung Raumheizung	Klassif.
Altersklasse Raumheizungssystem	Klassif.
Energieträger für die Raumheizung	Klassif.
Datenquelle Energieträger Raumheizung	[-]
Art Raumheizungssystem	Klassif.
Datenquelle Energieträger Raumheizung	[-]
Art Brauchwarmwasser-System	Klassif.
Art Wärmeabgabesystem	Klassif.
Vorlauftemperatur Wärmeabgasystem	[°C]
Rücklauftemperatur Wärmeabgasystem	[°C]
Art Solarthermieanlage	Klassif.
Kollektorfläche	[m²]
Leistung des Heizsystems	[kw]
Fernwärme Netz ID	[-]

## Hüllqualität

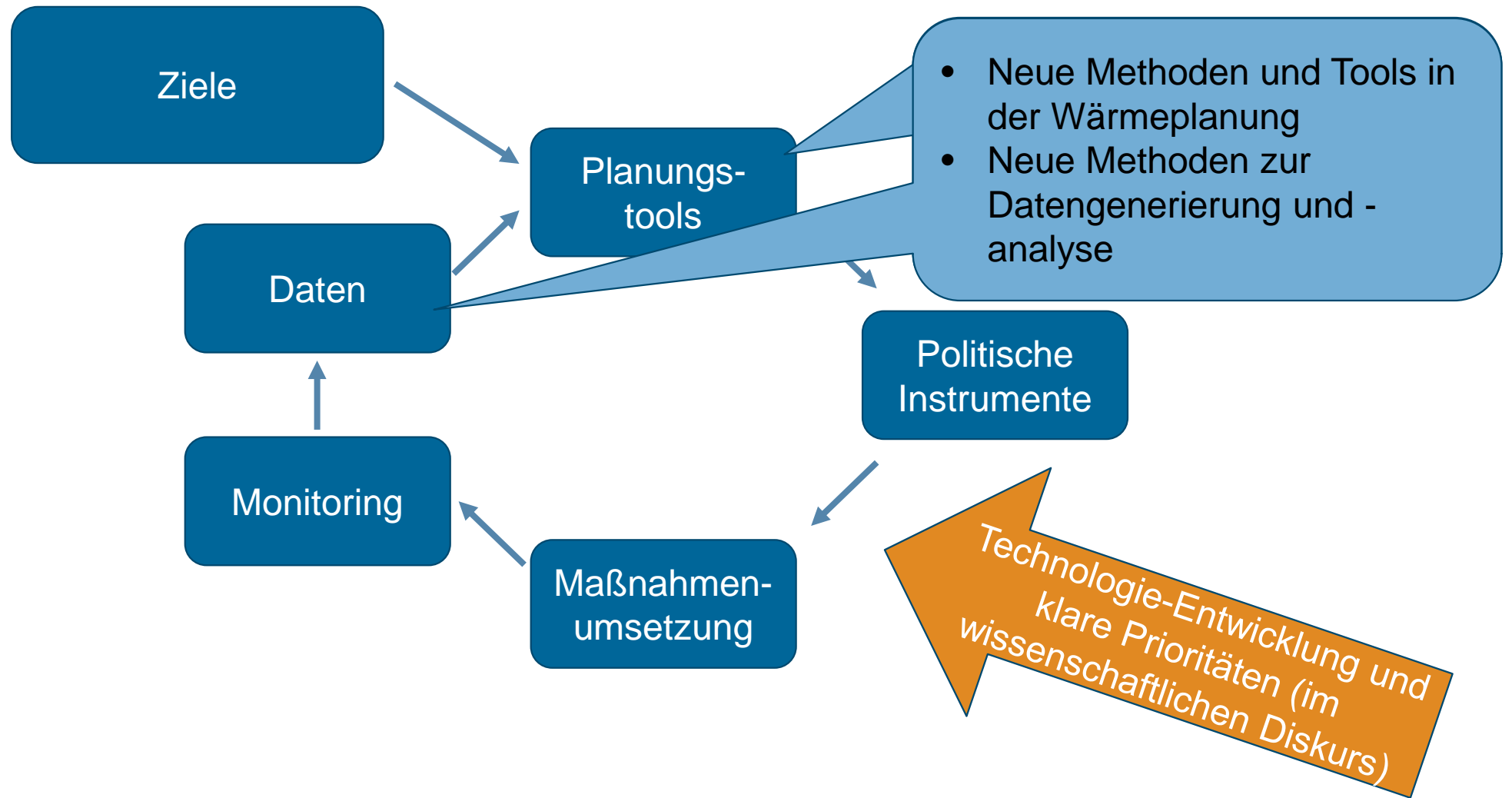
ID der Gebäudeadresse	[-]
Gebäudealtersklasse / Bauperiode	Klassif.
Datenquelle Bauperiode	[-]
Errichtungsjahr des Gebäudes	jjjj
Sanierungsjahr des Gebäudes	jjjj
Datenquelle Sanierungsjahr	[-]
Gebäudeschutz	Klassif.
Kategorien des Gebäudeschutzes	Klassif.
Datum der letzten Änderung	ddmmjj

## Energiekennzahlen

ID der Gebäudeadresse	[-]
Nutzenergie Heizwärmebedarf	[kWh/m²a]
Nutzenergie Warmwasserbedarf	[kWh/m²a]
Nutzenergie Kühlbedarf	[kWh/m²a]
Nutzenergie Haushaltsstrombedarf	[kWh/m²a]
Heizenergiebedarf Raumheizung	[kWh/m²a]
Heizenergiebedarf Warmwasserbedarf	[kWh/m²a]
Heiztechnikenergiebedarf	[kWh/m²a]
Heizenergiebedarf gesamt	[kWh/m²a]
Kühlenergiebedarf	[kWh/m²a]
Haushaltsstrombedarf	[kWh/m²a]
Primärenergiebedarf Raumheizung	[kWh/m²a]
Primärenergiebedarf Warmwasser	[kWh/m²a]
Primärenergiebedarf Heiztechnik	[kWh/m²a]
Primärenergiebedarf gesamt	[kWh/m²a]
Primärenergiebedarf Kühlen	[kWh/m²a]
Primärenergiebedarf Haushaltsstrom	[kWh/m²a]
CO2 Raumheizung	[kg/m²a]
CO2 Warmwasser	[kg/m²a]
CO2 Heiztechnik	[kg/m²a]
CO2 Heizenergiebedarf	[kg/m²a]
CO2 Kühlen	[kg/m²a]
CO2 Haushaltsstrombedarf	[kg/m²a]
Heizlast	[W/m²]
Kühllast	[W/m²]

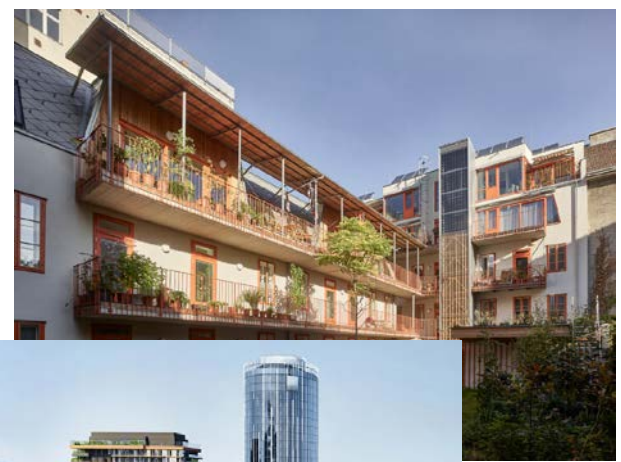


## Warum Wärmewende „reloaded“?

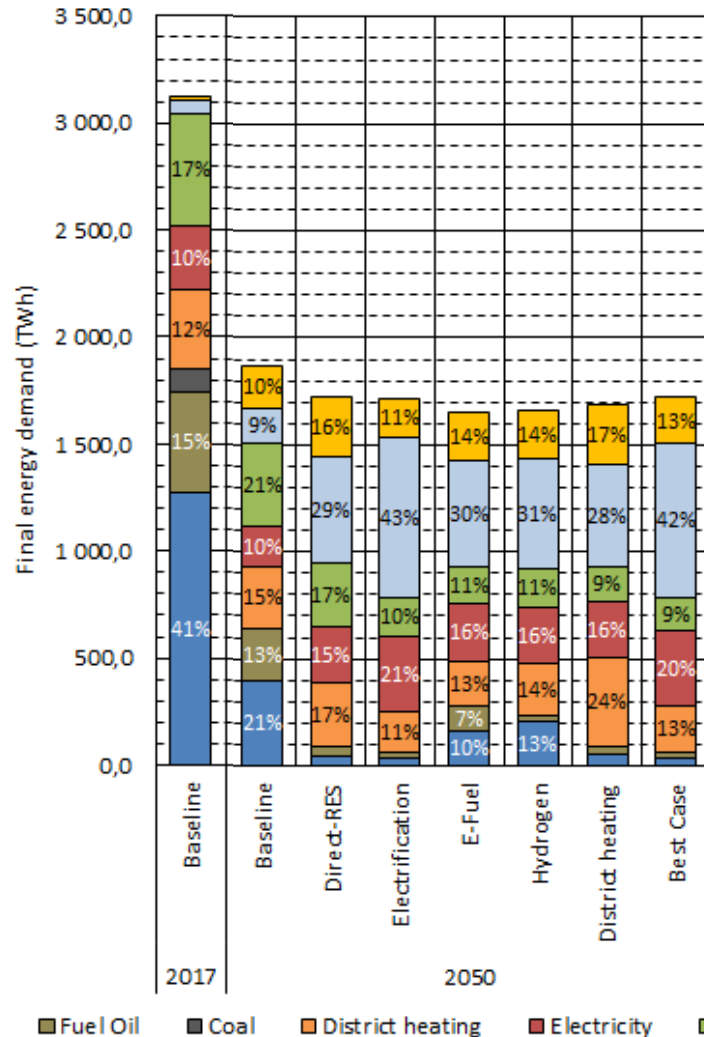


# Städtische Wärmewende – Quartiere und Gebäude

- ▶ Smart-Block Geblergasse, Wien:
  - Wohnhäuser wurden erweitert, aufgestockt und gebäudetechnisch komplett saniert
  - Erstmalige Nutzung von Geothermie in Österreich im historischen Gebäudebestand
- ▶ Viertel Zwei, Wien:
  - Erste Energiegemeinschaft in Österreich und Handel des über die PV-Anlage erzeugten Stroms über Blockchain
  - Geothermie-Sonden mit saisonalem Ausgleich und Anergienetz
- ▶ Hikari Building, Lyon:
  - Erstes Gebäude mit positiver Energiebilanz in Frankreich, das Büros, Geschäfte und Wohnungen kombiniert
- ▶ Fort d'Issy, France:
  - Militärische Festung aus dem 19. Jh. wird in Öko-Viertel umgewandelt
  - 750 m tiefe Bohrung versorgt ein geothermisches Netz, zur Deckung von über 50% des Heizungs- und Warmwasserbedarfs des Viertels
- ▶ Visp-West, Schweiz:
  - Energiestadt seit 2000; Anergienetz, Nutzung von Abwärme



# Prioritäten im Technologie- und Maßnahmenmix?



Vergleich von Technologieszenarien zur Dekarbonisierung des Sektors für EU-27 ergibt folgende Prioritäten:

- ▶ Effizienzsteigerung an der Gebäudehülle
- ▶ Fernwärme, wo möglich (und innovative Wärme- und Kältenetz-Optionen, Anergienetze etc)
- ▶ Dezentrale Wärmepumpen
- ▶ Solarenergie, Speicher und smarte, aktive Integration von Gebäuden
- ▶ Umstellung auf Zentralheizungssysteme
- ▶ (Biomasse, wo verfügbar, v.a. im ländlichen Raum; Allokationsfrage)
- ▶ Fernwärme: vielfältige Erzeugungsportfolios (Speicher, Abwärme, Geothermie, Großwärmepumpen, Reduktion Systemtemperaturen, ...)
- ▶ Keine direkte Nutzung von H2 bzw. synthetischem Erdgas!

Quelle: ENER/C1/2018-494 – Renewable Space Heating under the Revised Renewable Energy Directive. doi: 10.2833/525486

# Warum H2 und grünes Gas in der Raumwärme teuer und ineffizient ist

Frühere Argumentationslogik für H2 und grünes Gas in der Raumwärme:

- ▶ Wärmepumpen sind im Neubau und in umfassenden sanierten Gebäuden (mit geringen Vorlauftemperaturen) effizient und sinnvoll, aber nicht in ineffizienten Gebäuden (mit höheren Vorlauftemperaturen).
- ▶ Es wird auf absehbare Zeit nicht möglich sein, alle Gebäude zu sanieren.
- ▶ In unsanierten Gebäuden braucht es daher (erneuerbares) Gas und/oder H2.

Argumentationslogik aufgrund unserer Analysen:

- ▶ Aufgrund hoher variabler Kosten von H2 und grünem Gas müssten diese, wenn überhaupt, in den effizientesten Gebäuden eingesetzt werden.
- ▶ Wenn aber Gebäude ohnehin saniert werden müssen, ist kein Grund für H2 und grünes Gas gegeben.
- ▶ H2 und grünes Gas ist bei vollständiger Dekarbonisierung des Systems jedenfalls teurer als Alternativen.
- ▶ H2 und grünes Gas wird in der Industrie und hoch-exergetischen Anwendungen benötigt.

**Im wissenschaftlichen Diskurs weitestgehende Einigkeit zu dieser Frage!**

s. z.B.: Rosenow, J., 2022. Is heating homes with hydrogen all but a pipe dream? An evidence review. Joule 6, 2225–2228. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2022.08.015>



# Inhalt

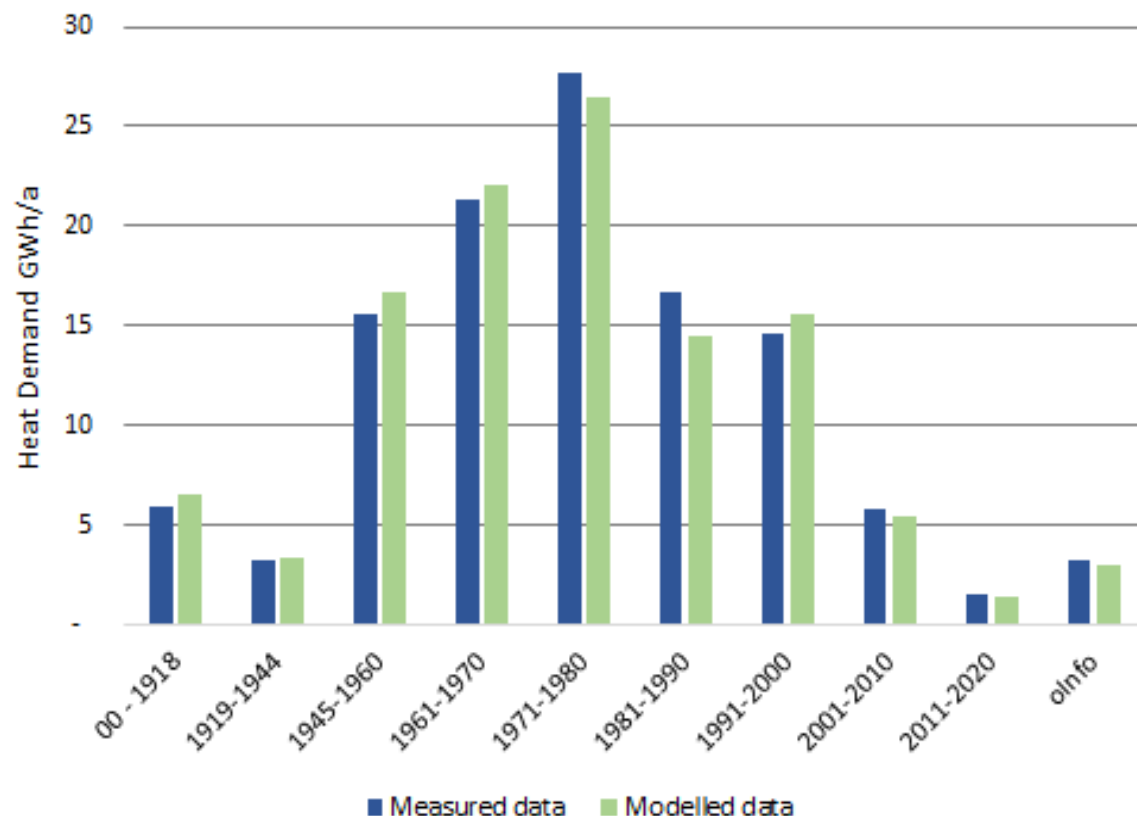
- ▶ Warum Wärmewende „reloaded“?
- ▶ **Schwierigkeiten „on the ground“**
- ▶ Lösungsansätze?

# Schwierigkeiten „on the ground“

- Es geht nach wie vor viel zu langsam.
- Maßnahmen werden nicht ausreichend effizient und ambitioniert umgesetzt.
- Bottlenecks in Angebot und Nachfrage nach Technologien und Maßnahmenumsetzung
- Wir wissen zu wenig
  - ... über den Bestand
  - ... über die laufenden Maßnahmen



# Nach wie vor bestehende Schwierigkeiten in der Datenvalidierung (anhand des SEP-Modells)



- ▶ Auf aggregierter Ebene zeigen Validierungen gute Ergebnisse
- ▶ Auf Einzelgebäude-Ebene große Abweichungen zwischen Wärmeverbrauchsmodellierung und tatsächlichem Verbrauch
- ▶ Schwierigkeiten beim Zugang zu Verbrauchsdaten für umfassende Validierungen

Quelle: Götzlich et al, 2022, Daten für das Land Salzburg

- ▶ Was ist die für eine bestimmte Frage der Wärmeplanung erforderliche Datenqualität, -tiefe und –granularität?

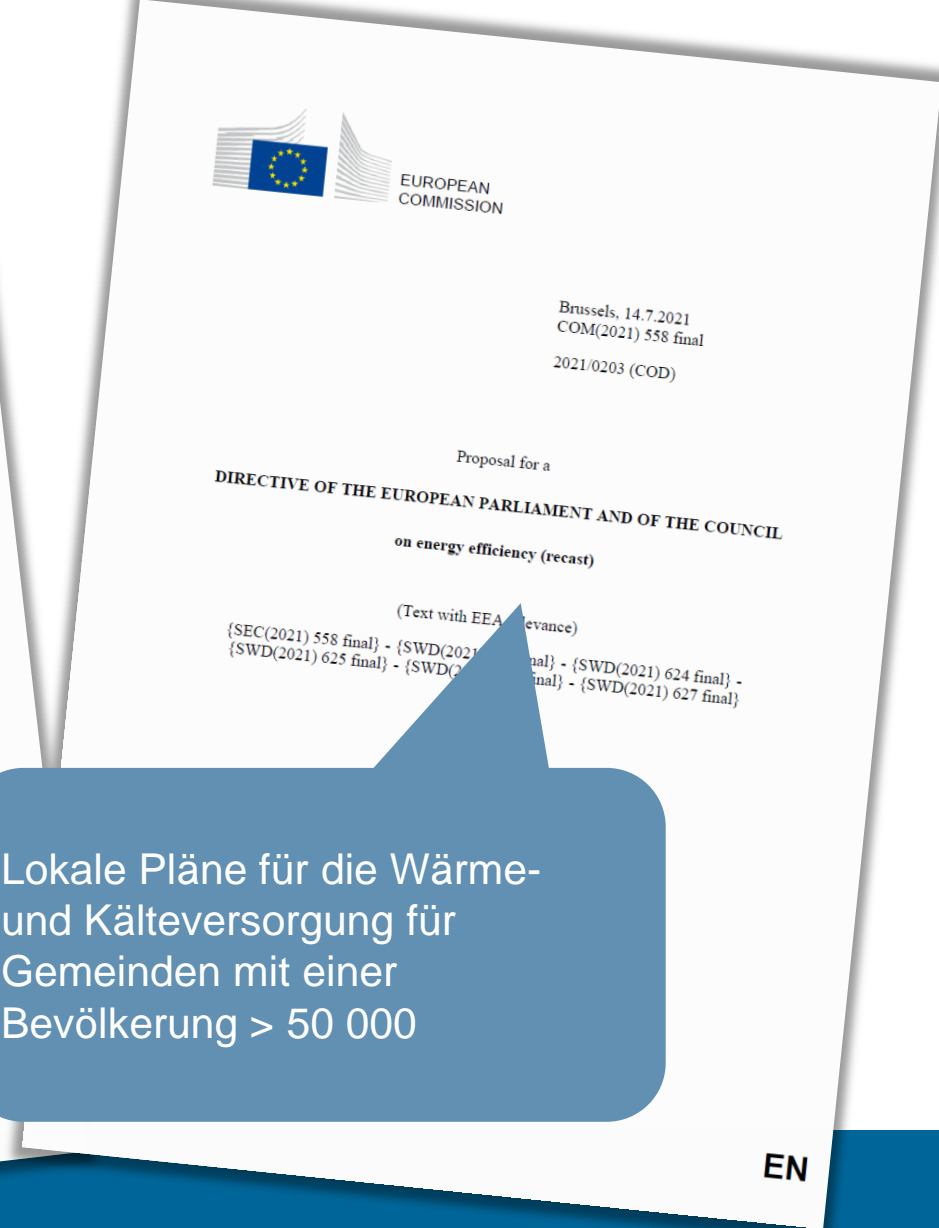
# Inhalt

- ▶ Warum Wärmewende „reloaded“?
- ▶ Schwierigkeiten „on the ground“
- ▶ **Lösungsansätze: Beispiele**

# Vorgeschlagene Änderungen in der Gebäude- und der Effizienzrichtlinie



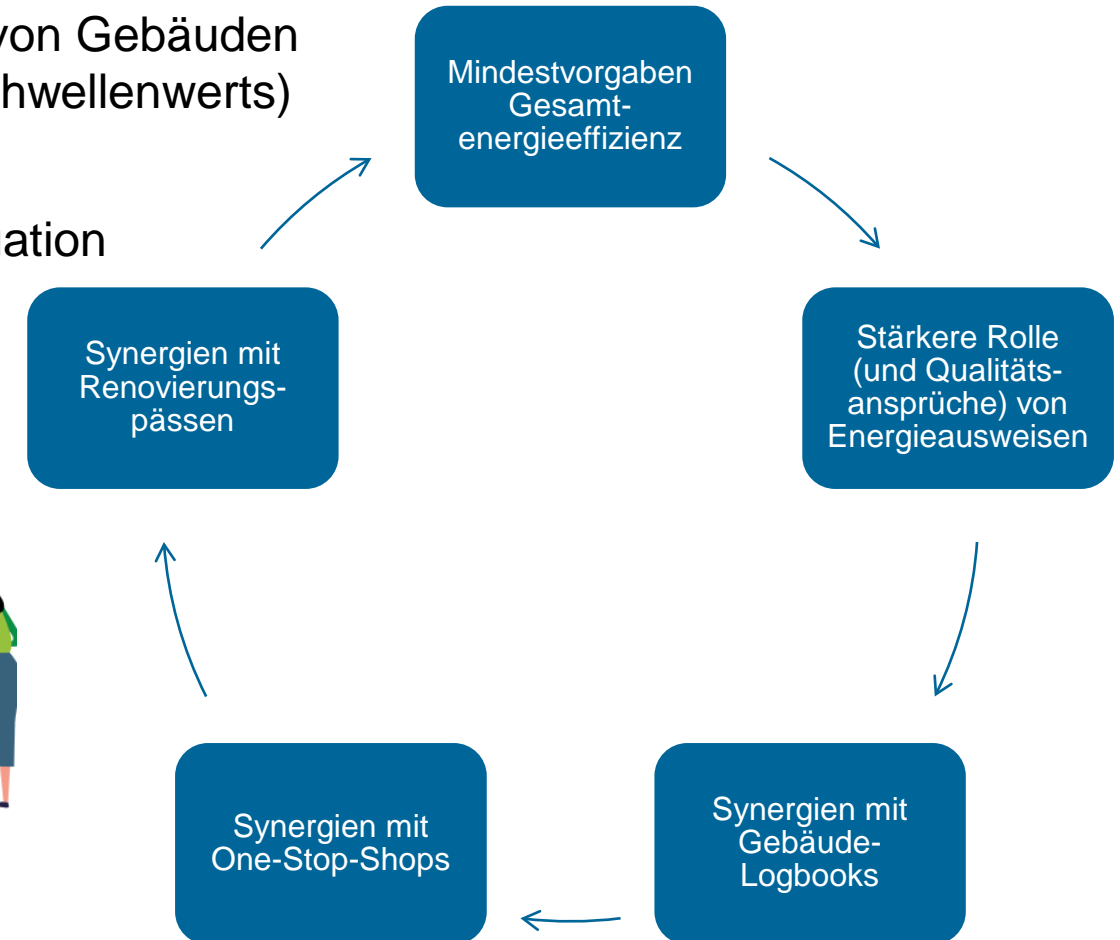
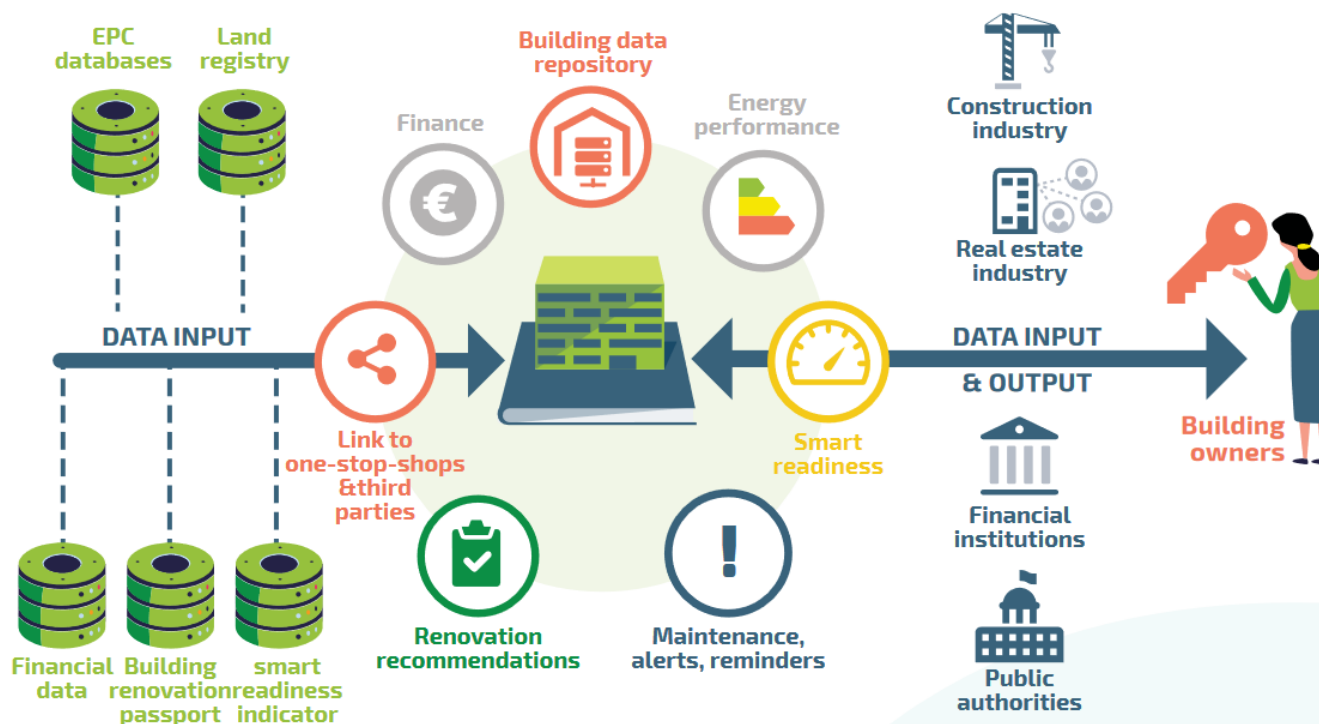
**Verbindliche  
Mindestvorgaben für die  
Gesamtenergieeffizienz**



**Lokale Pläne für die Wärme-  
und Kälteversorgung für  
Gemeinden mit einer  
Bevölkerung > 50 000**

# Verbindliche Mindestvorgaben für die Gesamtenergieeffizienz

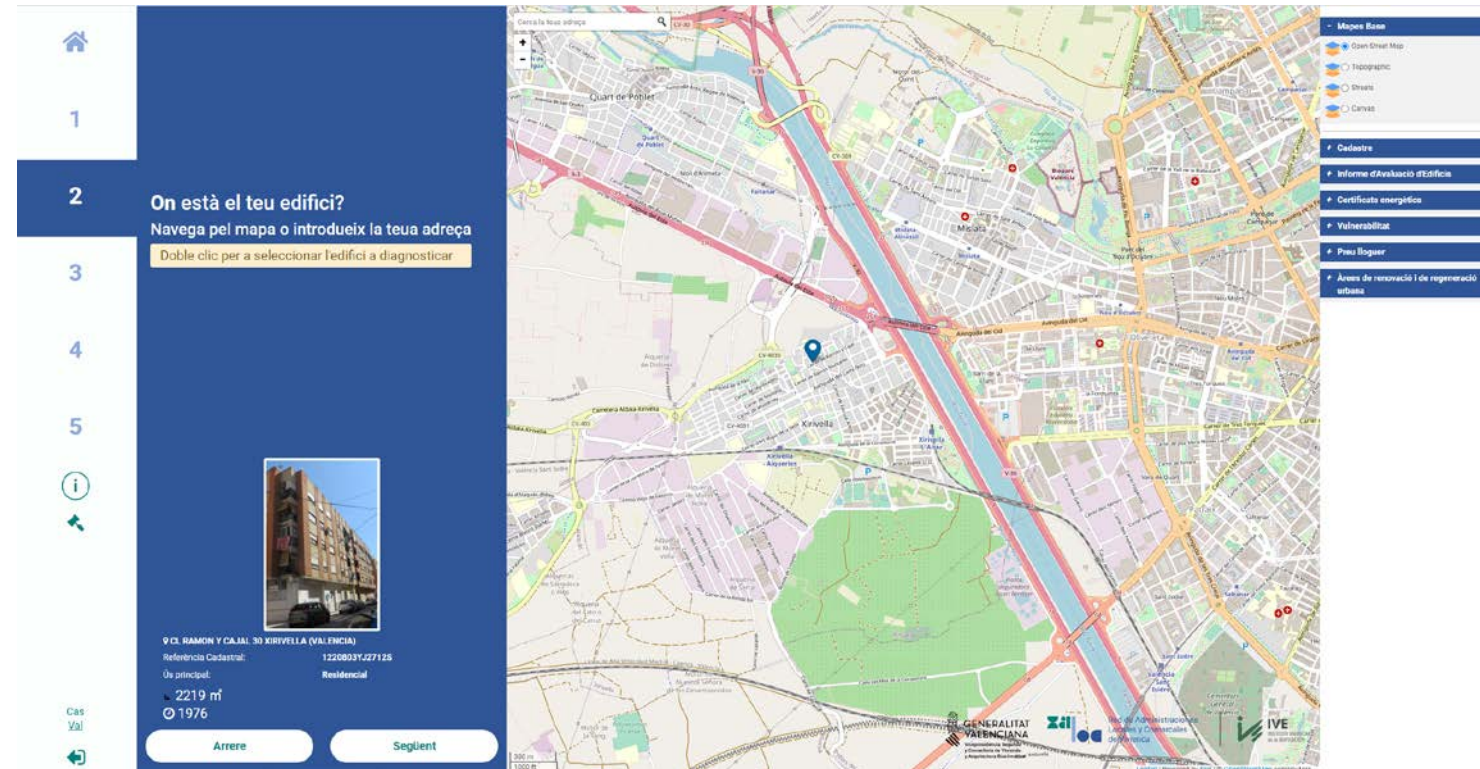
- ▶ Regulatives Instrument für die verpflichtende Sanierung von Gebäuden mit geringer Effizienz (bei schrittweiser Reduktion des Schwellenwerts)
- ▶ Vorbilder z.B. in NL, FR, Flandern, UK, NY, NZ, ...
- ▶ Laufende Verbesserung und Aktualisierung der Datensituation im Zuge der Maßnahmenumsetzung





# Automatische Erstellung von Sanierungsfahrplänen, Beispiel Valencia (mit laufender, integrierter Datenaktualisierung!)

- ▶ <http://renoveu.five.es/#/home>
- ▶ Auswahl des eigenen Gebäudes auf einer Karte



# Automatische Erstellung von Sanierungsfahrplänen, Beispiel Valencia (mit laufender, integrierter Datenaktualisierung!)

- ▶ <http://renoveu.five.es/#/home>
- ▶ Auswahl des eigenen Gebäudes auf einer Karte
- ▶ Bestimmung des Status quo (Voreinstellungen auf Basis des dahinter liegenden Gebäudemodells vorhanden)

The screenshot shows the 'renoveu.five.es' web application interface. On the left is a vertical navigation bar with icons for home, steps 1-5, information, and a location pin. Step 3 is currently selected. The main content area is titled 'Aquestes són les característiques d'un edifici similar al teu:' and contains three sections:

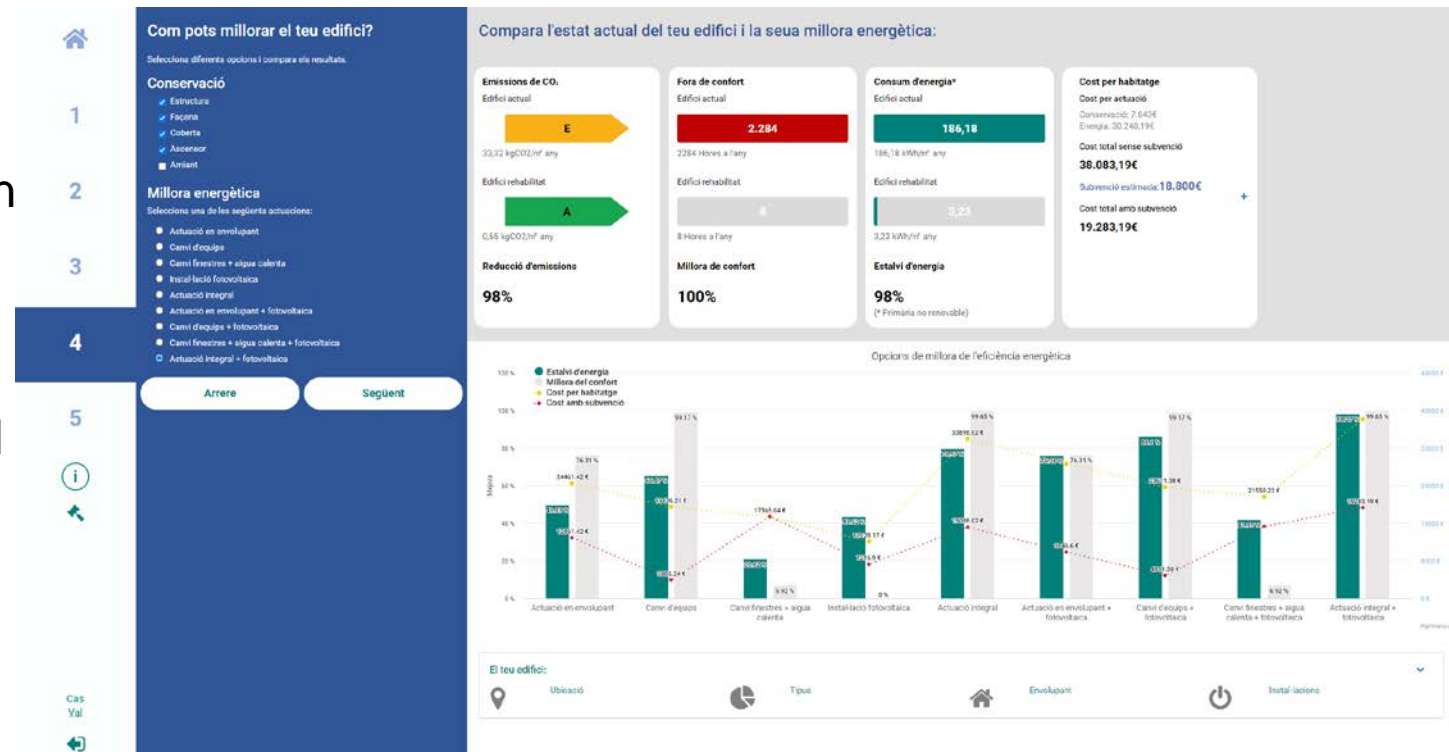
- 0. Dades del teu edifici**: A dropdown menu.
- 1. El teu edifici es correspon amb el tipus:** Radio buttons for 'Edifici d'habitatges' (selected) and 'Habitatge individual'.
- 2. Les seues característiques constructives són:**: A grid of building features with icons and descriptions:
  - Coberta**: Coberta plana, forjat unidireccional biguetes pretensades.
  - Sòl**: Forjat unidireccional de biguetes pretensades.
  - Façana**: Mur caputxí, rajola i càmera d'aire (selected); Mur de rajola d'un full revestit.
  - Finestra**: Marc metàl·lic, vidre monolític, sense trencament de pont tèrmic.
- 3. Selecciona les instal·lacions més freqüents en el teu edifici:**: A dropdown menu with 'Radiadors elèctrics i Termo elèctric' selected.

At the bottom are two buttons: 'Arrere' (Back) and 'Calcular' (Calculate).

# Automatische Erstellung von Sanierungsfahrplänen, Beispiel Valencia (mit laufender, integrierter Datenaktualisierung!)

► <http://renoveu.five.es/#/home>

- Auswahl des eigenen Gebäudes auf einer Karte
- Bestimmung des Status quo (Voreinstellungen auf Basis des dahinter liegenden Gebäudemodells vorhanden)
- Errechnung von empfohlenen Maßnahmen und deren Effekten auf Energieverbrauch und Kosten



# Automatische Erstellung von Sanierungsfahrplänen, Beispiel Valencia (mit laufender, integrierter Datenaktualisierung!)

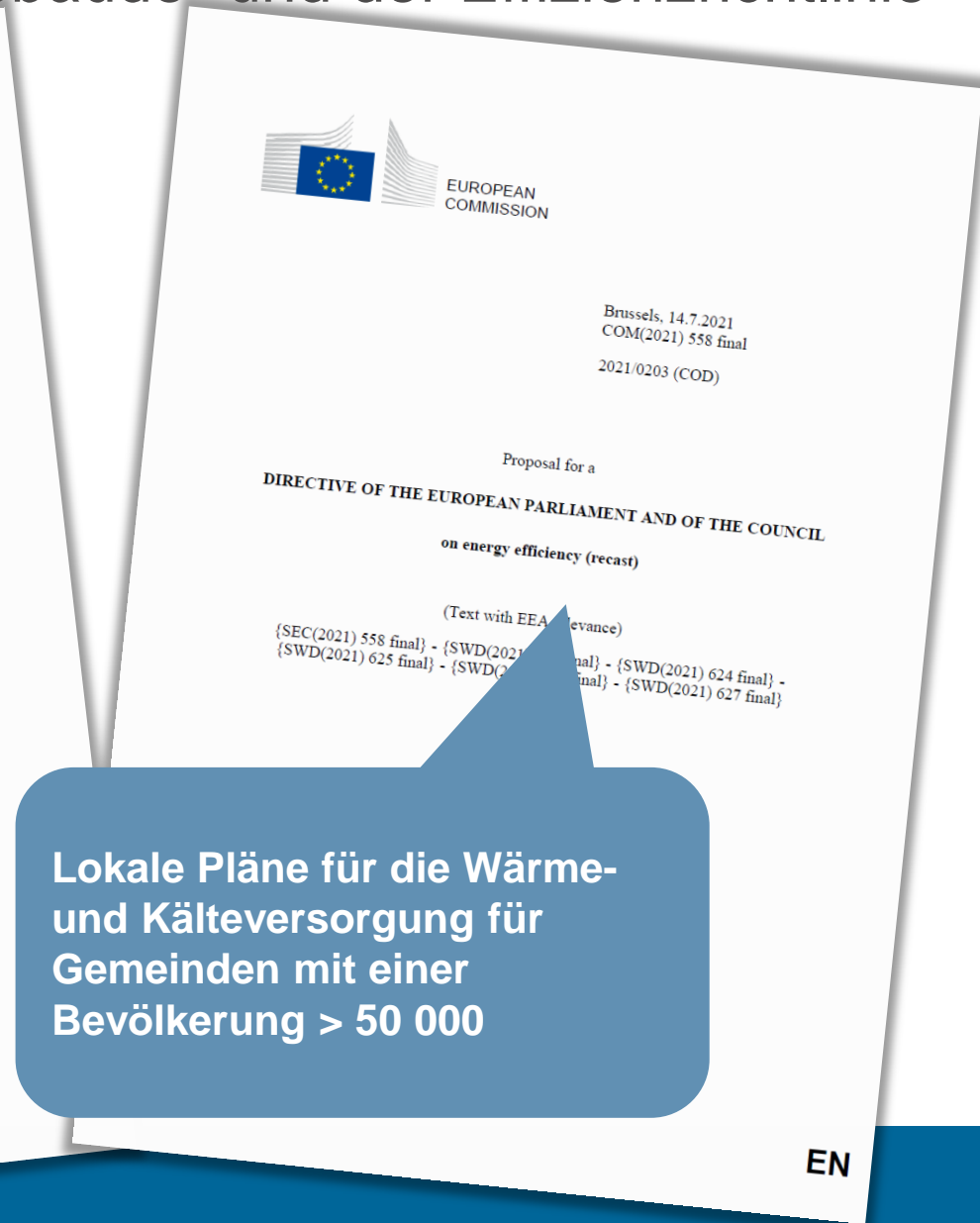
- ▶ <http://renoveu.five.es/#/home>
- ▶ Auswahl des eigenen Gebäudes auf einer Karte
- ▶ Bestimmung des Status quo (Voreinstellungen auf Basis des dahinter liegenden Gebäudemodells vorhanden)
- ▶ Errechnung von empfohlenen Maßnahmen und deren Effekten auf Energieverbrauch und Kosten
- ▶ Details zu den Maßnahmen
- ▶ => Link zu umsetzenden Unternehmen und ExpertInnen, die detailliertere Analysen durchführen und die aktualisierten Daten in das Tool einpflegen!

The screenshot displays the 'renoveu.five.es' web application. On the left is a vertical navigation menu with a home icon at the top, followed by numbered steps 1 through 5. Step 5 is highlighted in blue. Below the numbers are icons for information, a location pin, and a 'Cas Val' button. The main content area is titled 'Aquestes són les intervencions que et proposem... T'animes?' and features a blue sidebar with the text 'Actuació integral + fotovoltaica' and a 'Memòria valorada' link. Below this are buttons for 'Més informació', 'Oficines d'habitatge', 'Professionals', and '+ Ajudes'. The main panel shows a section for 'Finestres' (Windows) with a sub-header 'Quin és el problema?' and a description of window issues. It includes a photo of a window and a 'Què et proposem?' section with text about window improvements. Below this is a 'Més detalls...' section. At the bottom, there are two rows of icons representing different metrics: 'Els teus resultats' (Energy, Comfort, Cost, Emissions) and 'El teu edifici' (Location, Type, Envolupant, Instal·lacions). The footer contains logos for 'GENERALITAT VALENCIANA', 'Red de Administraciones Locales y Comarciales de Vivienda', and 'IVE INSTITUTO VALENCIANO de la EDIFICACIÓN'.

## Vorgeschlagene Änderungen in der Gebäude- und der Effizienzrichtlinie



## Verbindliche Mindestvorgaben für die Gesamtenergieeffizienz



## Lokale Pläne für die Wärme- und Kälteversorgung für Gemeinden mit einer Bevölkerung > 50 000

# Kommunale Wärmeplanung und Gas-Phase-Out

- ▶ Vorschlag für revidierte Energieeffizienzrichtlinie sieht Forcierung von lokalen Plänen für die Wärme- und Kälteversorgung für Gemeinden mit einer Bevölkerung > 50 000 vor
- ▶ Einige Regionen und Länder setzen bereits derzeit auf verpflichtende Energieraumplanung und insbesondere kommunale Wärmeplanung
- ▶ Zahlreiche Beispiele für Städte mit dem expliziten Ziel eines Gas-Ausstiegs (Amsterdam, Zürich, Wien, ...), meist verknüpft mit Fernwärmeausbau
- ▶ Flächendeckender Roll-Out der Wärmeplanung würde eine kritische Masse für die Etablierung von automatisierten Routinen und Prozessen zur Datenbereitstellung ermöglichen
- ▶ Wärmeversorgung und dazugehörige Infrastrukturplanung als Teil der kommunalen Aufgaben

## Wärmewende „reloaded“ - Fazit

- Dringlichkeit der Zielsetzungen erlaubt kein Warten auf „perfekte“ Daten und Planungstools
- Politische Instrumente, technische Maßnahmen, Daten und Planungstools müssen gleichzeitig, integriert entwickelt, verbessert und umgesetzt werden.
- No-regret Strategien und Ausrichtung der technologischen Maßnahmen: im wissenschaftlichen Diskurs besteht hinsichtlich der wesentlichen Prioritäten Einverständnis!
- Klarheit in der Grundausrichtung der politischen Zielsetzungen und Signale, um Stabilität und Planungssicherheit zu schaffen.



Lukas Kranzl  
TU Wien  
Institut für Energiesysteme und elektrische Antriebe  
Energy Economics Group  
[lukas.kranzl@tuwien.ac.at](mailto:lukas.kranzl@tuwien.ac.at)  
[eeg.tuwien.ac.at](http://eeg.tuwien.ac.at)