

DR. JENS CLAUSEN

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz



NATIONALE  
KLIMASCHUTZ  
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Wärmeplanung, Wärmepumpe, Wärmenetze

## Wohin führt uns die kommunale Wärmeplanung?

Wilhelmshaven 14.3.2024



**BORDERSTEP INSTITUT**  
für Innovation und Nachhaltigkeit



**DESWENDE**



Leibniz  
Universität  
Hannover

# Dr. rer. pol. Dipl. Ing. Jens Clausen



Bild: Tom Deutschmann

Ich bin seit:

- 1983 Diplomingenieur für Maschinenbau,
- 2004 promovierter Ökonom,
- 2005 Mitgründer des Borderstep Instituts,
- 2019 Mitglied der Scientists for Future,
- 2021 im Wärmewendebeirat der  
Landeshauptstadt Hannover.

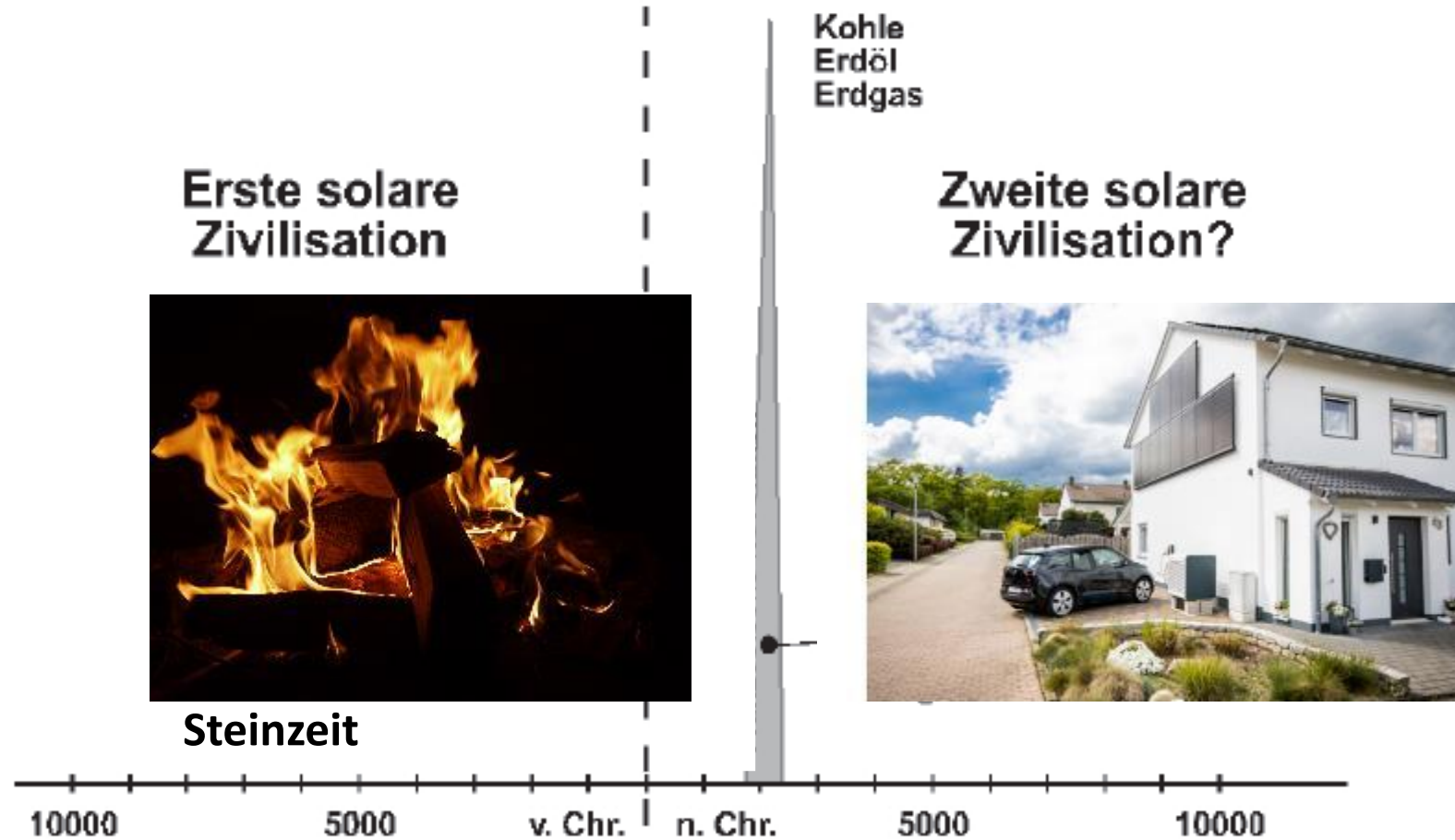
# Agenda

1. Versuch einer historischen Einordnung
2. Wohin führt uns die Wärmewende?
3. Was ist kommunale Wärmeplanung?
4. Was heißt es, wenn ich im Fernwärme-Satzungsgebiet wohne?
5. Was sind Prüfgebiete für Fernwärme und Nahwärme?
6. Was passiert in den Gebieten mit dezentraler Versorgung?
7. Warum sollte kein Wasserstoffnetzgebiet geplant werden?
8. Wie wirtschaftlich sind die verschiedenen Heizungen und was kosten sie?

# Versuch einer historischen Einordnung

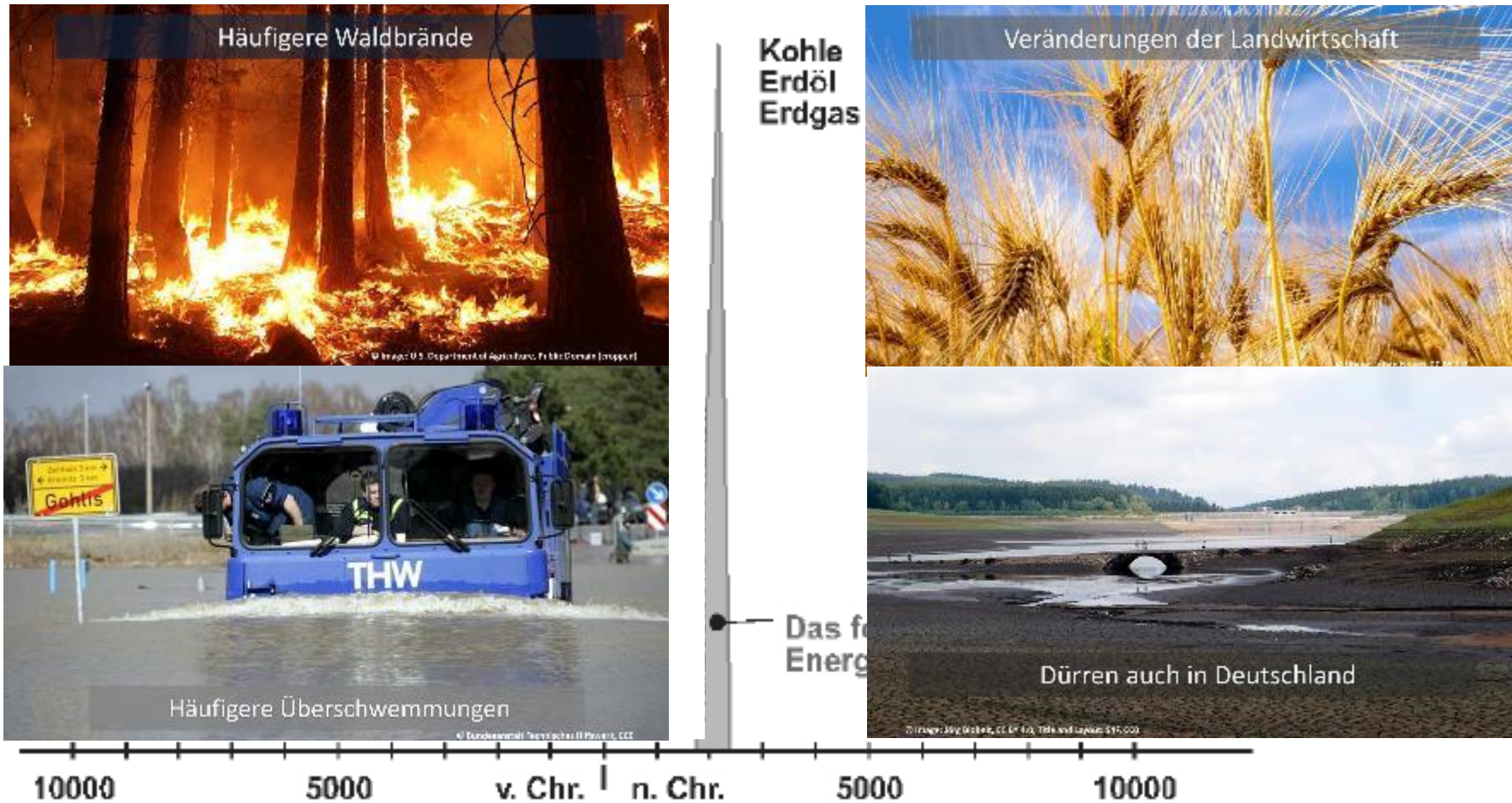
# Versuche einer historischen Einordnung der Wärmewende

Wo kommen wir her und wo geht es hin?



# Versuche einer historischen Einordnung der Wärmewende

Wo kommen wir her und wo geht es hin?





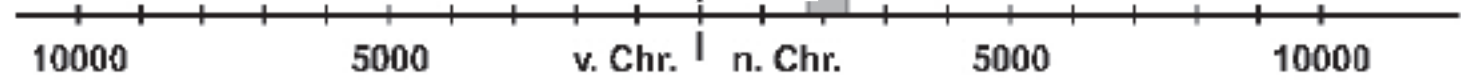
# Versuche einer historischen Einordnung der Wärmewende

Wo kommen wir her und wo geht es hin?

Hubert Aiwanger  
@HubertAiwanger

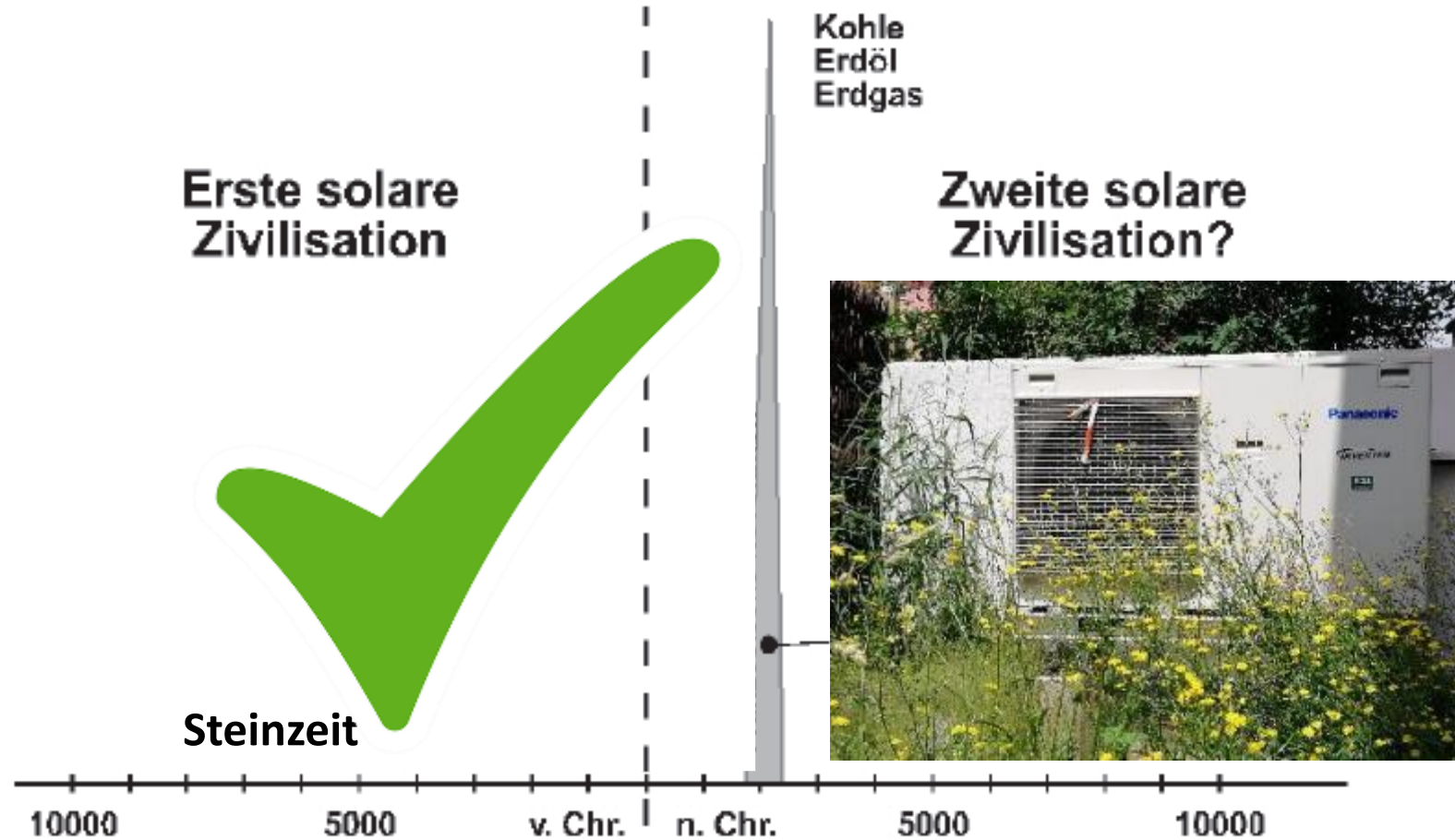
UND ES GEHT DOCH! #Wasserstoff statt #Wärmepumpe, um Erdgas zu ersetzen. Erdgas in 10 Häusern auf 100% H2 umgerüstet. Das ist DIE Lösung für Bestandsgebäude, va in Städten, anstatt Wärmepumpe einbauen mit riesigem Aufwand+Kosten, einfach eine H2-Heizung für ca 5000€. #Aiwanger

9:03 vorm. - 5. Okt. 2023 · 347.968 Mal angezeigt



# Versuche einer historischen Einordnung der Wärmewende

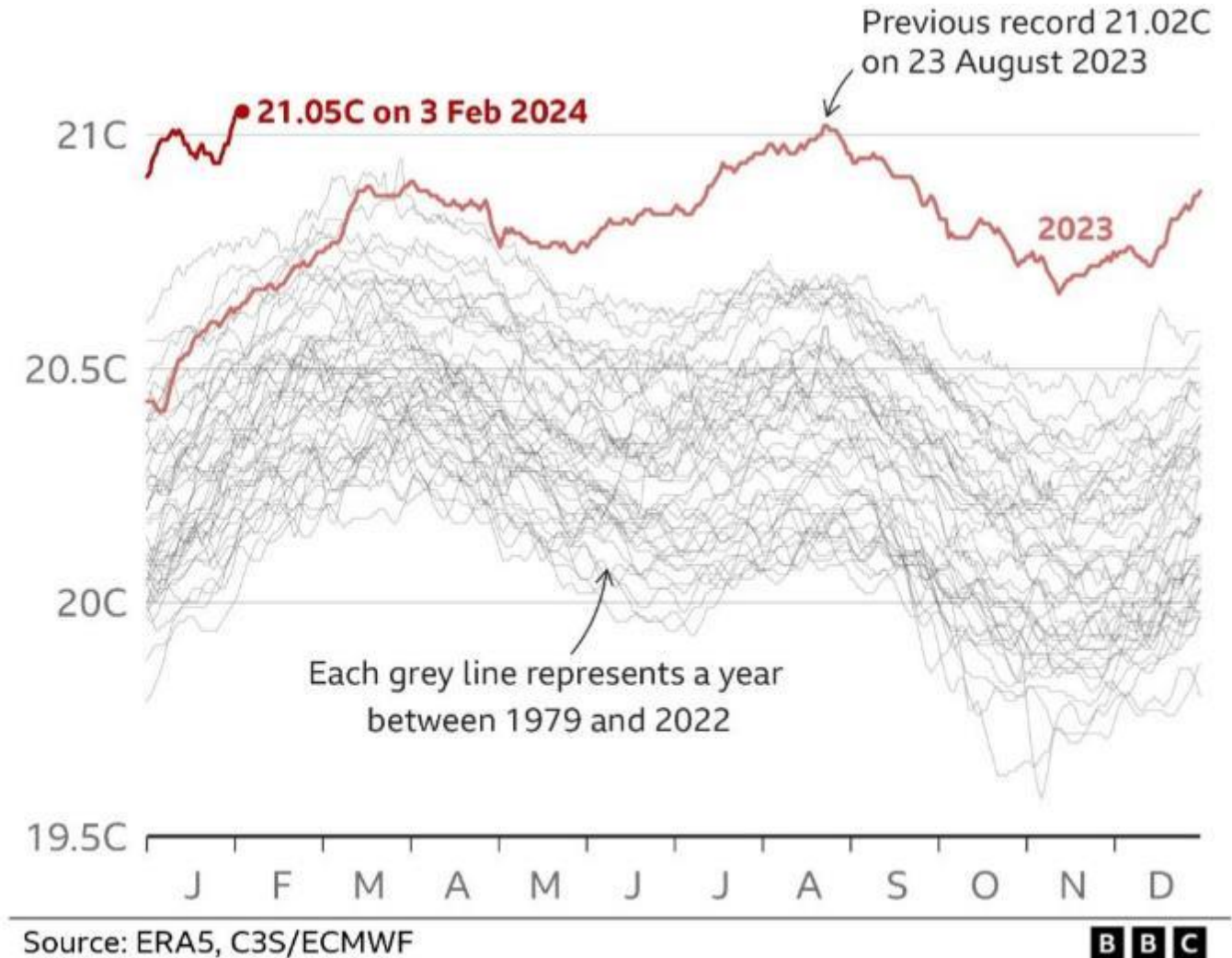
Wo kommen wir her und wo geht es hin?





# Wir leben im Jahrzehnt der Kipppunkte

Tagesmitteltemperaturen der Meeresoberfläche Zwischen 60 ° nördlicher und 60 ° südlicher Breite von 1979 bis 2024



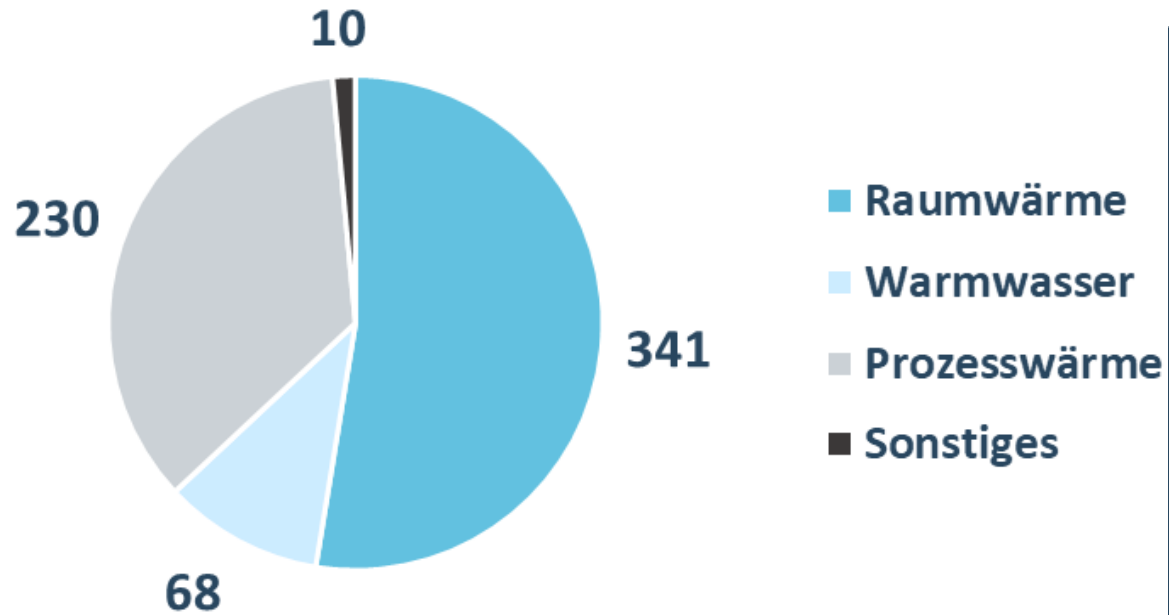
# Wohin führt uns die Wärmewende?



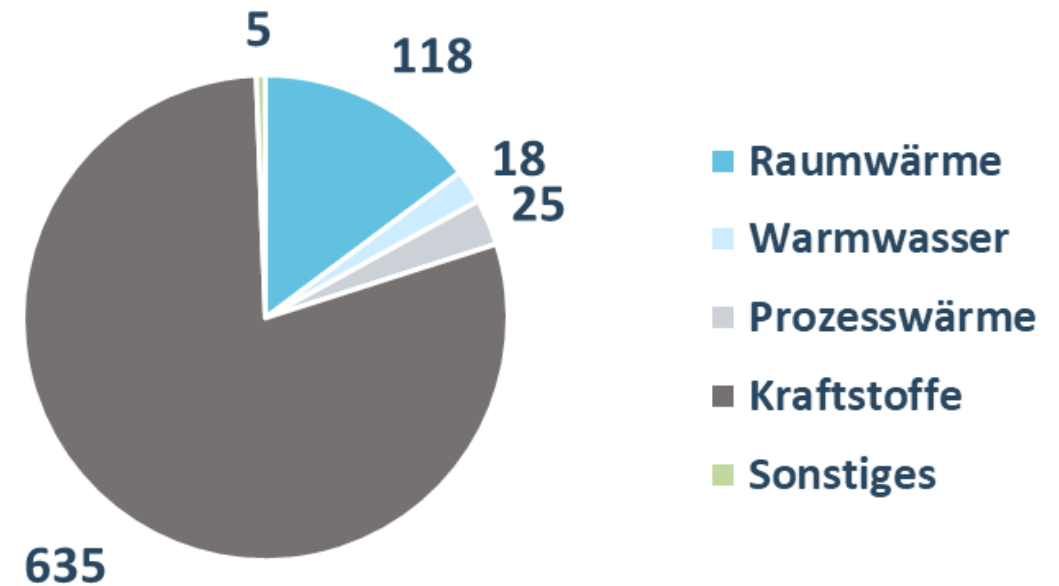
# Wofür verwenden wir Erdgas und Mineralöle?

Aus den Anwendungsbilanzen der AG Energiebilanzen

## Erdgasnutzung in Deutschland 2021

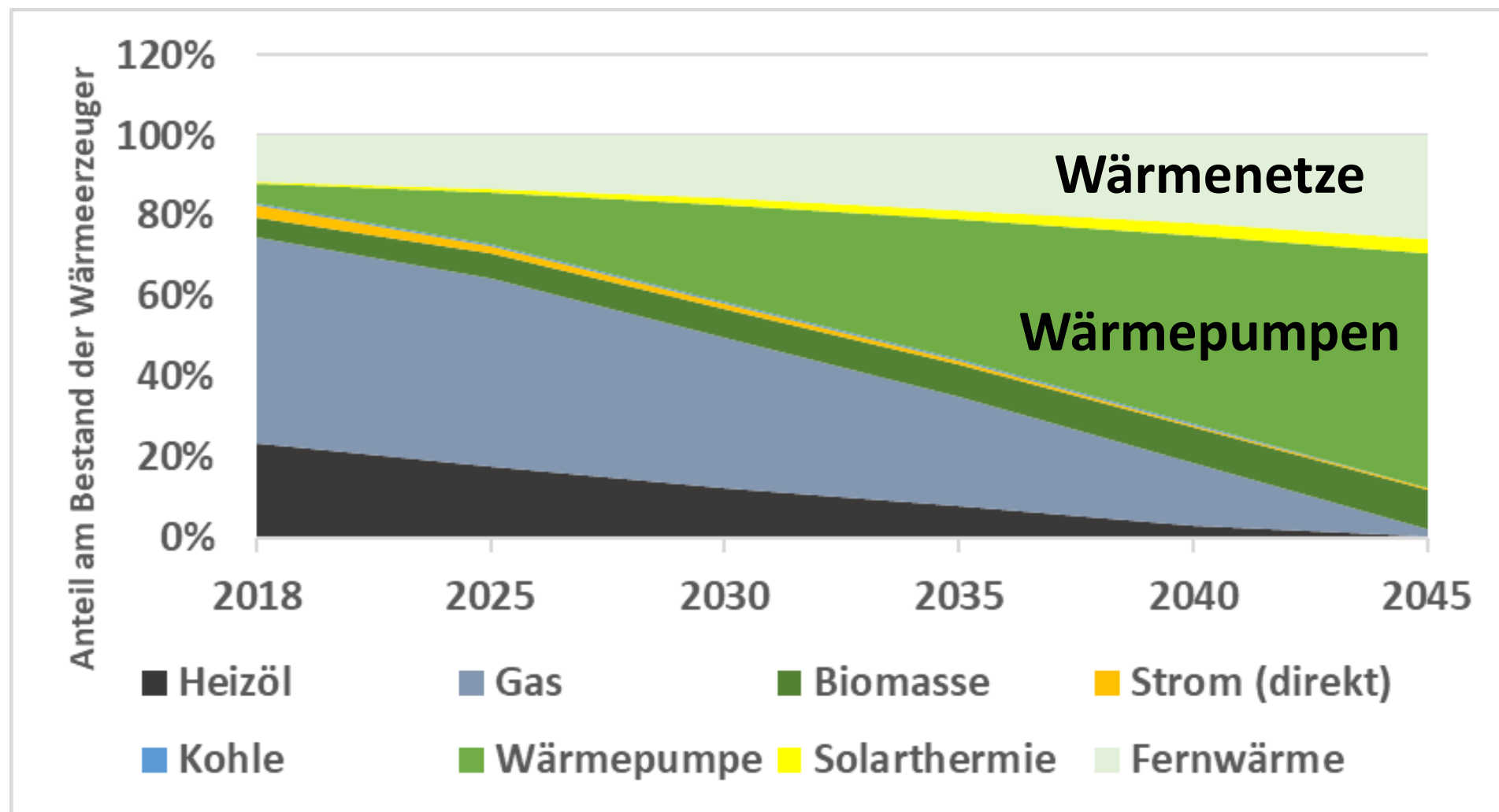


## Mineralölnutzung in Deutschland



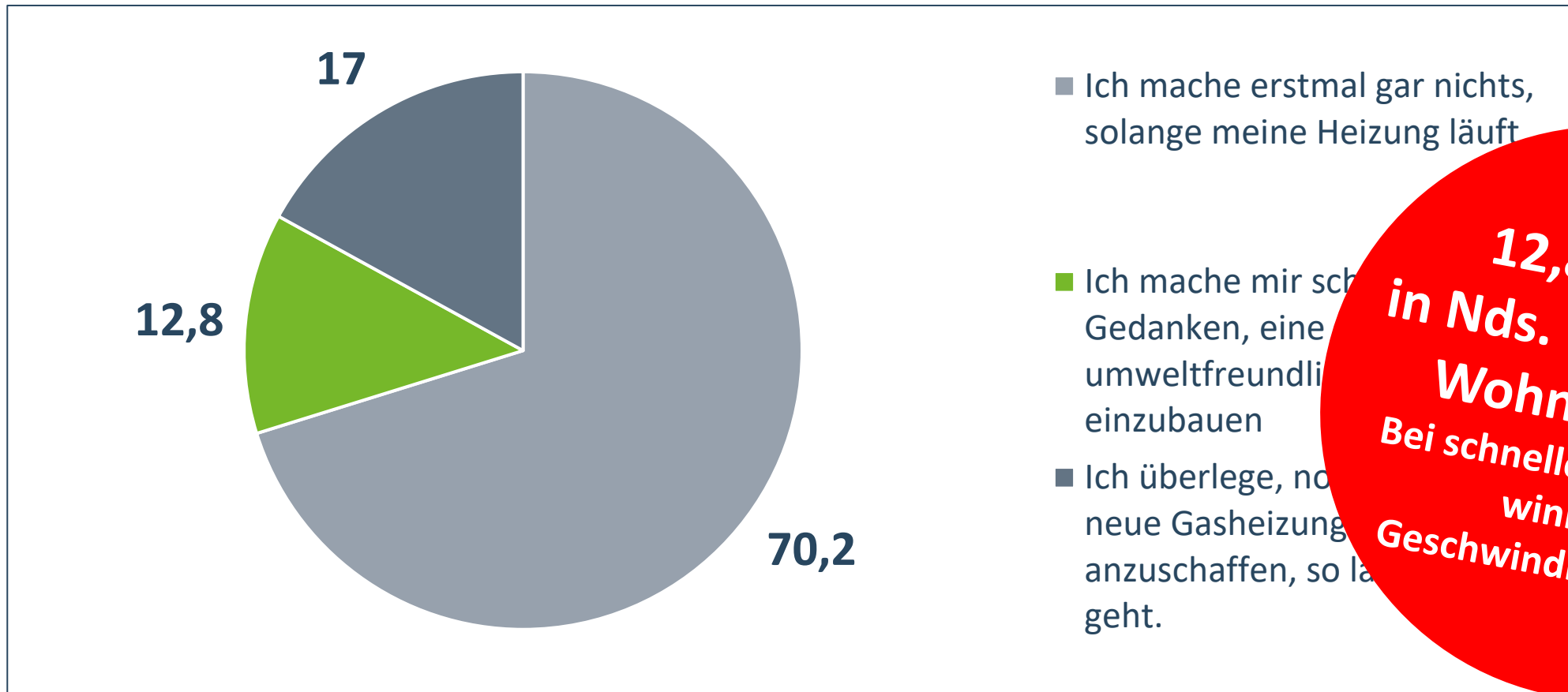
Daten: AGEB

# Entwicklung des Bestandes an Wärmeerzeugern in Deutschland



# Das neue Heizungsgesetz ist fertig. Wie gehen Sie jetzt vor?

Umfrage der Hannoverschen Allgemeinen Zeitung vom 16.9.2023



**12,8 % sind in Nds. ca. 300.000 Wohngebäude**  
**Bei schnellem Entschluss winkt der Geschwindigkeitsbonus**



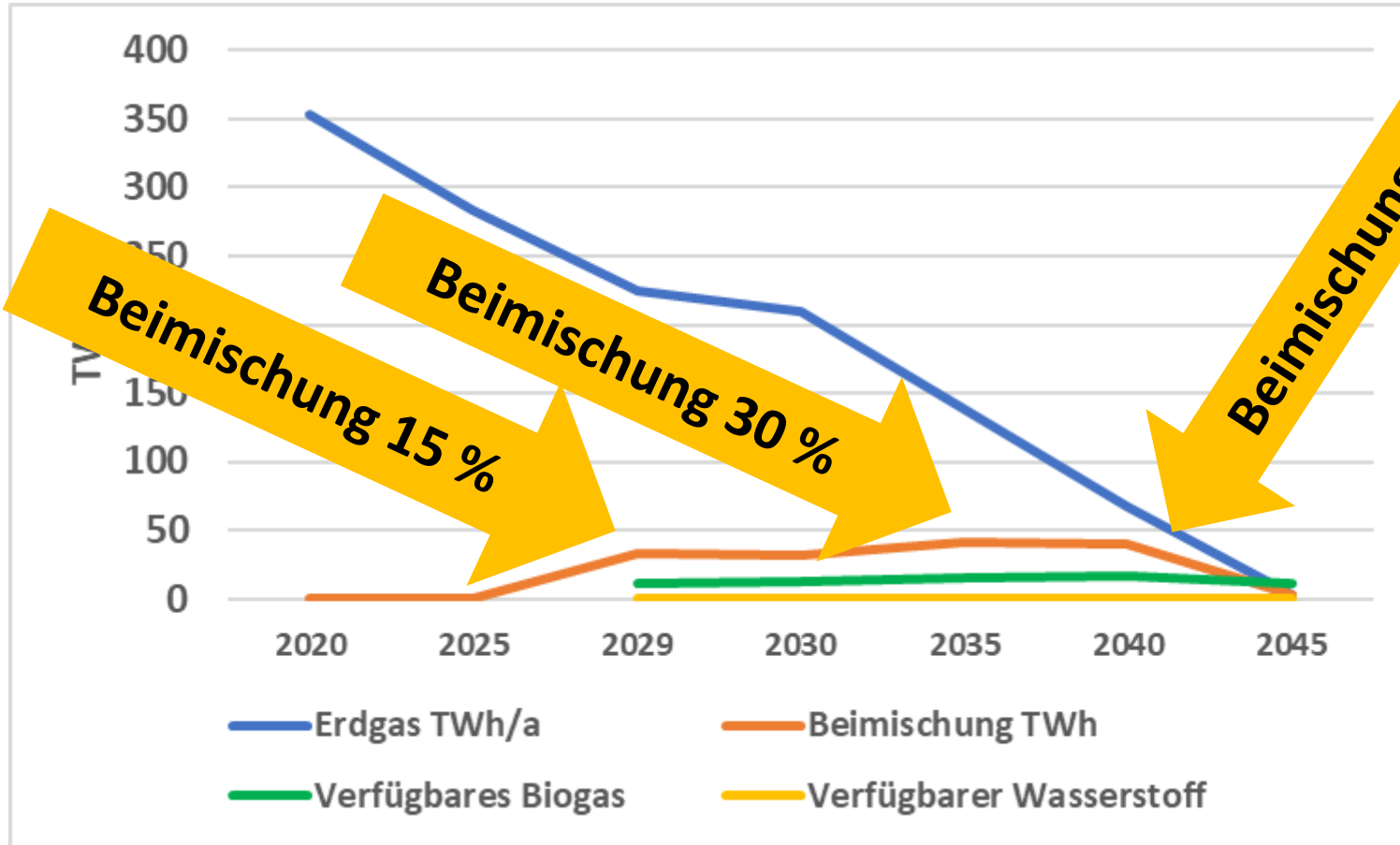


**Die Wärmeplanung ist nötig, denn auf Erdgas zu setzen widerspricht nicht nur dem Ziel der Bekämpfung des Klimawandels, sondern wird auch enorm teuer werden.**



# Erdgas muss bis 2045 aus der Wärmeversorgung verschwinden.

Die Anforderung zur Beimischung „klimaneutraler Gase“ wird den Preis steigen lassen.



## Preistreiber:

- Börsenpreis
- CO2-Steuer
- Teure „klimaneutrale“ Gase

**Preis-  
risiko**



# Was ist die kommunale Wärmeplanung?



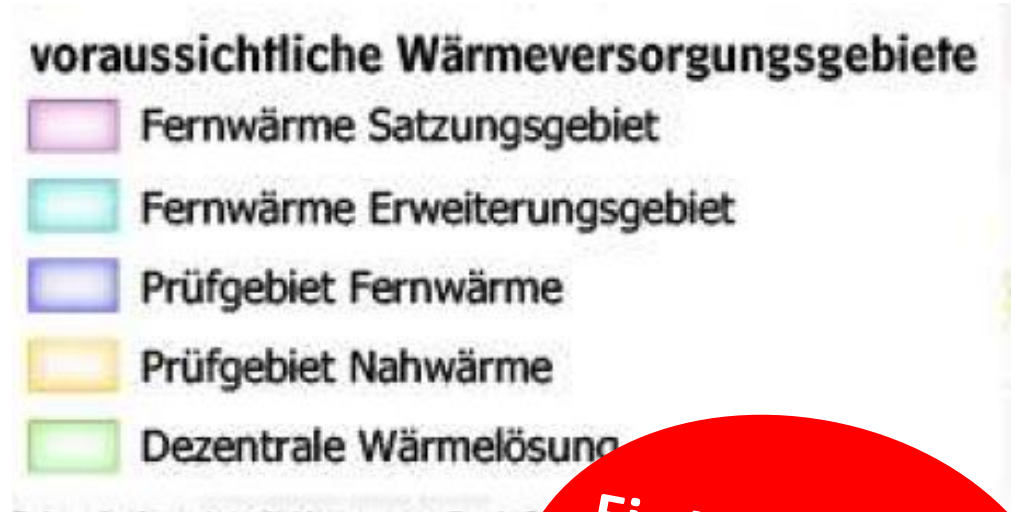
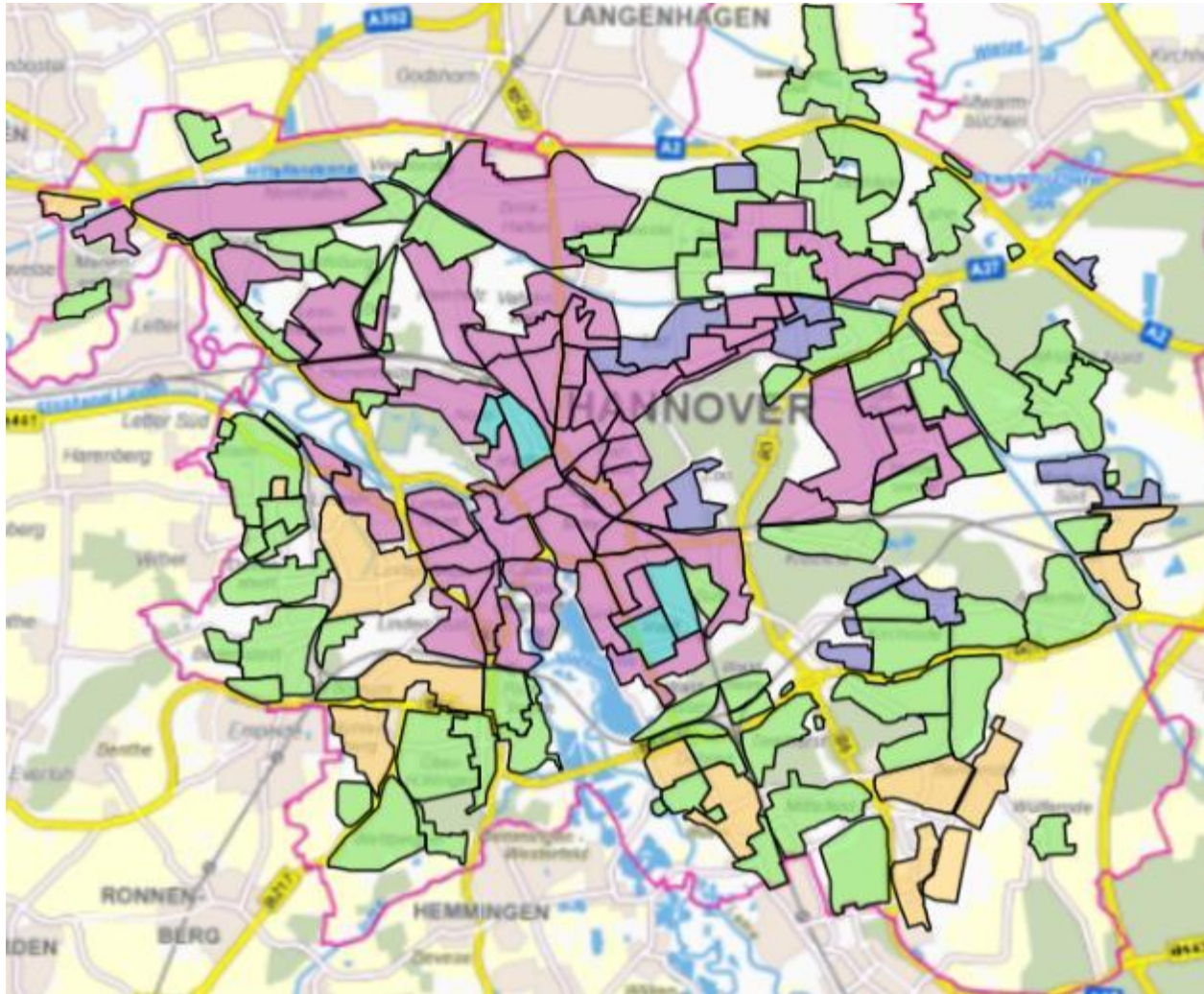
# Und was ist jetzt mit der kommunalen Wärmeplanung?

Sollte man mit allen Sanierungen warten, bis es eine Wärmeplanung gibt?

Die kommunale Wärmeplanung hat die Aufgabe:

- Zu klären, welche Wärmebedarfe es in der Kommune gibt,
- zu planen, durch welche **klimaneutralen** Wärmequellen diese Bedarfe gedeckt werden können,
- wo es dazu kommunale Netzstrukturen geben sollte,
- und in welchen Schritten der Plan Realität werden kann.

# Am 11.1.2024 hat die Stadt Hannover eine interaktive Wärmekarte vorgelegt



**Ein Wasserstoff-Netzgebiet ist nicht geplant**

Zur interaktiven Wärmekarte geht es hier:  
<https://stadtmodell-prod4.hannover-stadt.de/DT4/#/legend>



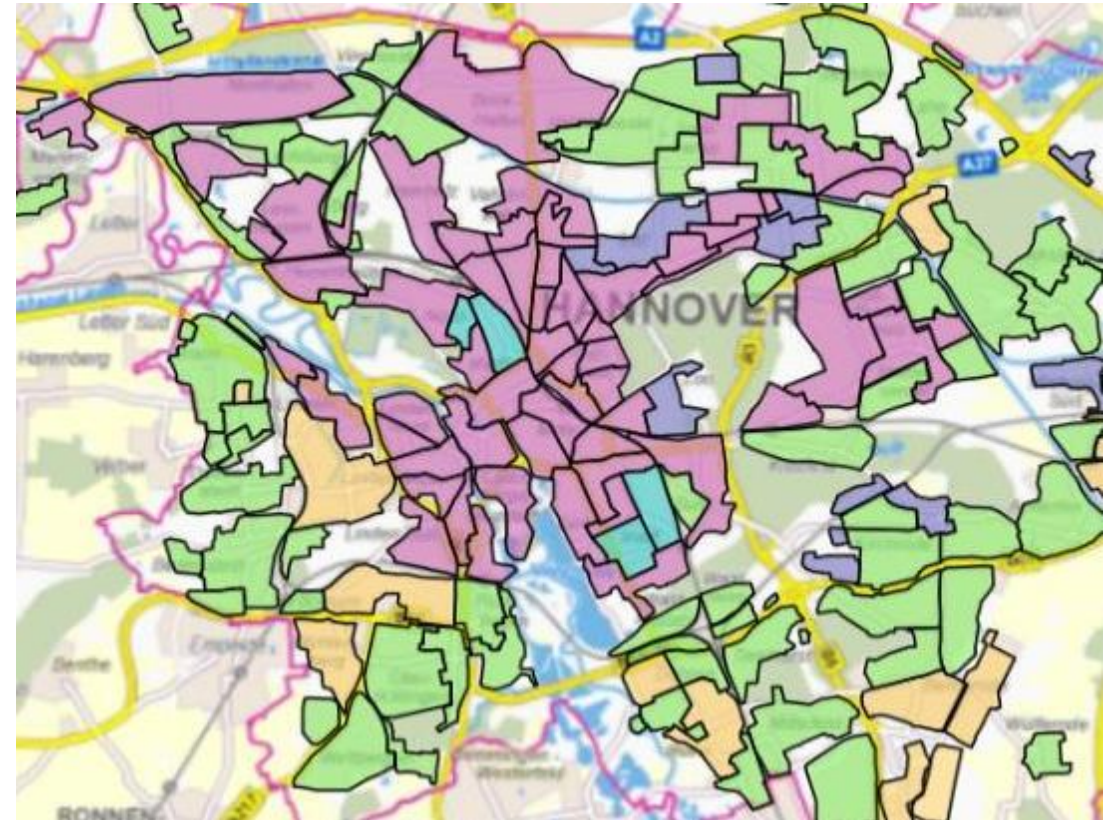
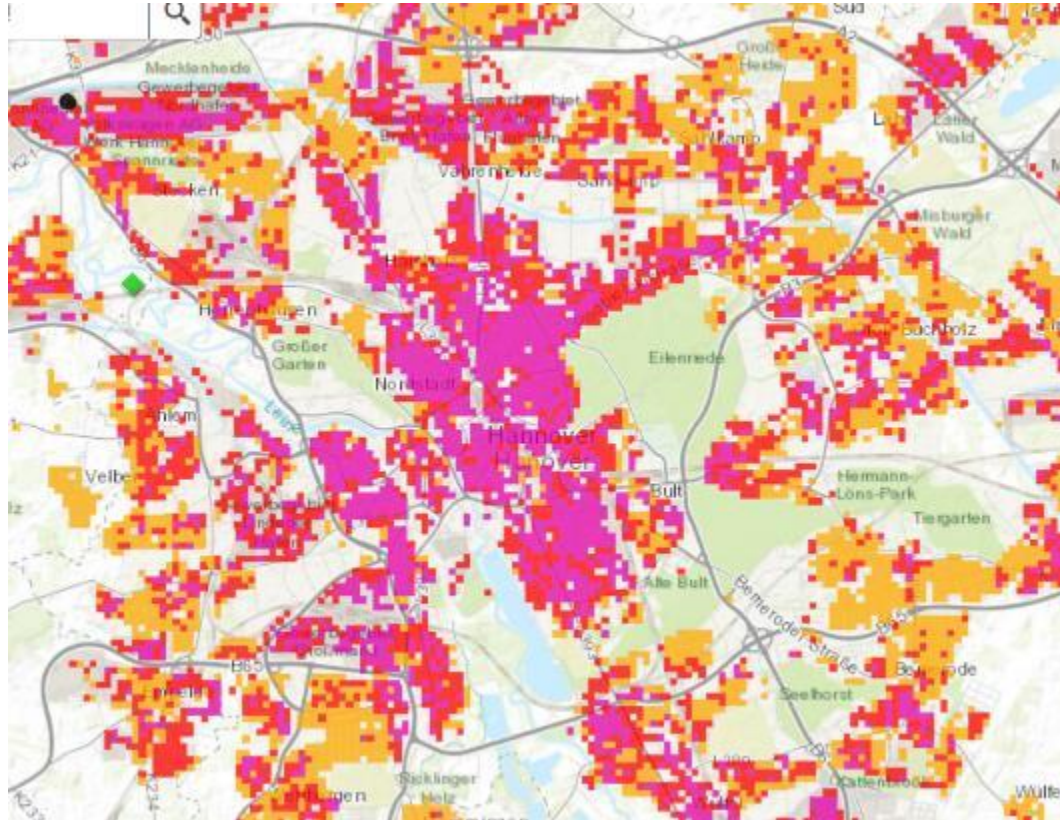
**➤ Das sieht ja schön bunt aus.**

**Aber was bedeutet es jetzt für mich?**

**Gehen wir doch die Gebiete mal durch.**

# Und zum Vergleich

## Der Pan-European Thermal Atlas und die kommunale Wärmekarte Hannover

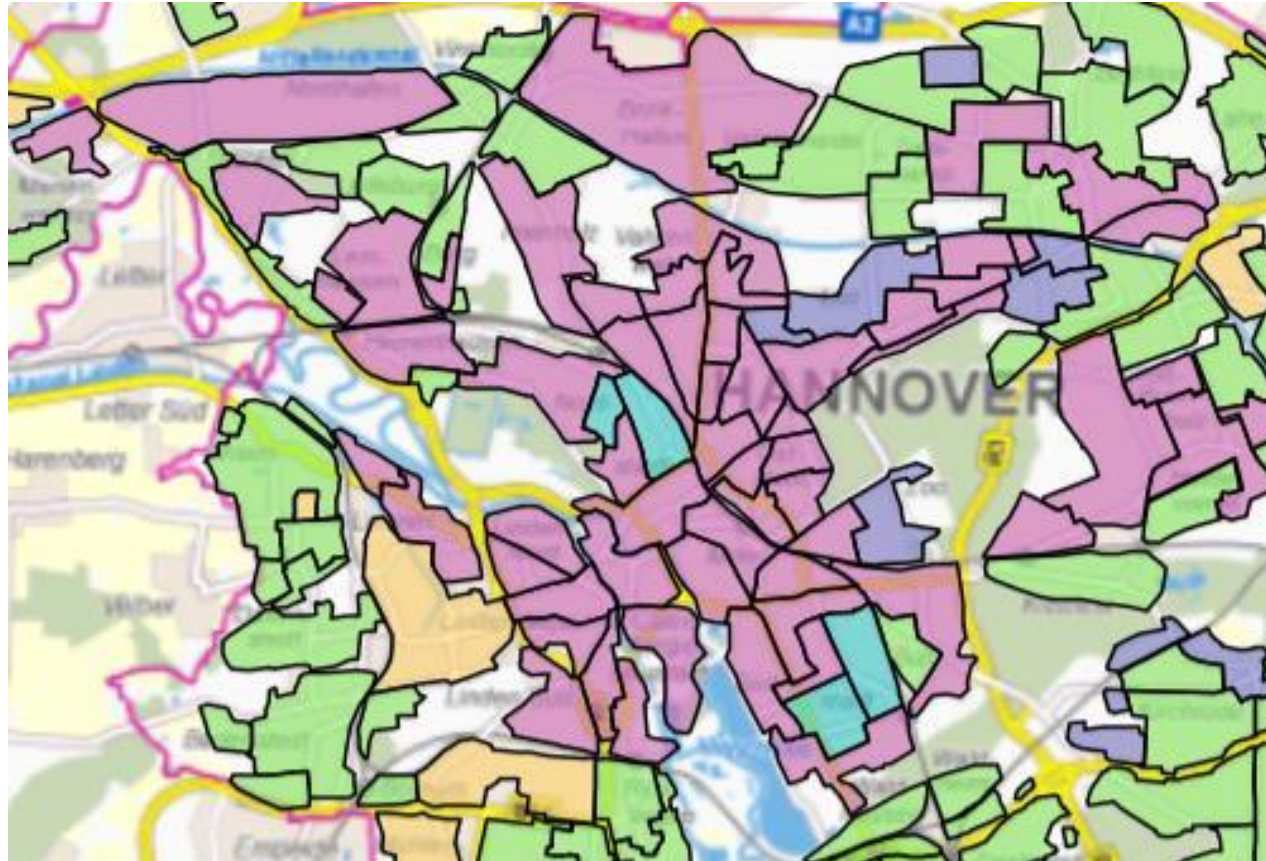


# Was heißt es, wenn ich in einem Fernwärme-Satzungsgebiet wohne?





# Das Fernwärme-Satzungsgebiet umfasst große Teile der Stadt



## voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

-  Fernwärme Satzungsgebiet
-  Fernwärme Erweiterungsgebiet
-  Prüfgebiet Fernwärme
-  Prüfgebiet Nahwärme
-  Dezentrale Wärmelösung

Zur interaktiven Wärmekarte geht es hier:

<https://stadtmodell-prod4.hannover-stadt.de/DT4/#/legend>

# Was heißt es, wenn ich im Fernwärme-Satzungsgebiet wohne?

Dort, wo schon eine Fernwärmeleitung liegt:

- Kann man sich an das Netz anschließen lassen, wenn man das will.
- Muss man sich an das Netz anschließen lassen, wenn die fossile Heizung kaputt geht.
- Kann man aber auch eine andere klimaneutrale Heizung einbauen.

Dort, wo noch keine Fernwärmeleitung liegen:

- Kann man sich erst anschließen lassen, wenn eine Leitung verlegt wird.
- Geht die Heizung vorher kaputt, bekommt man von enercity eine sogenannte Popup-Heizung.
- Kann man aber auch eine andere klimaneutrale Heizung einbauen.



# Verbreitung von Wärmenetzen

## In Deutschland

In Deutschland existieren **rund 4.000 große Fernwärmenetze**. Über diese werden 14 Prozent der Haushalte aktuell mit Fernwärme versorgt, das entspricht etwa 6 Mio. von 43 Mio. Wohnungen in Deutschland.

Quelle: AGFW, Foto: Clausen



**BORDERSTEP INSTITUT**  
für Innovation und Nachhaltigkeit



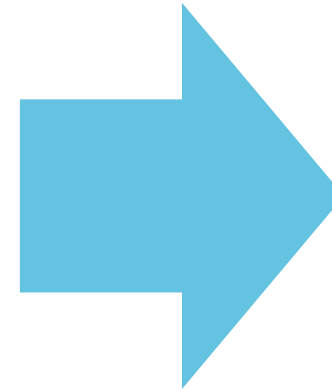
**DESWENDE**





# Und wie findet man die richtige Wärme für das eigene Wärmenetz?

Das ist wie kochen am Sonntag. Mal schauen, was noch da ist.

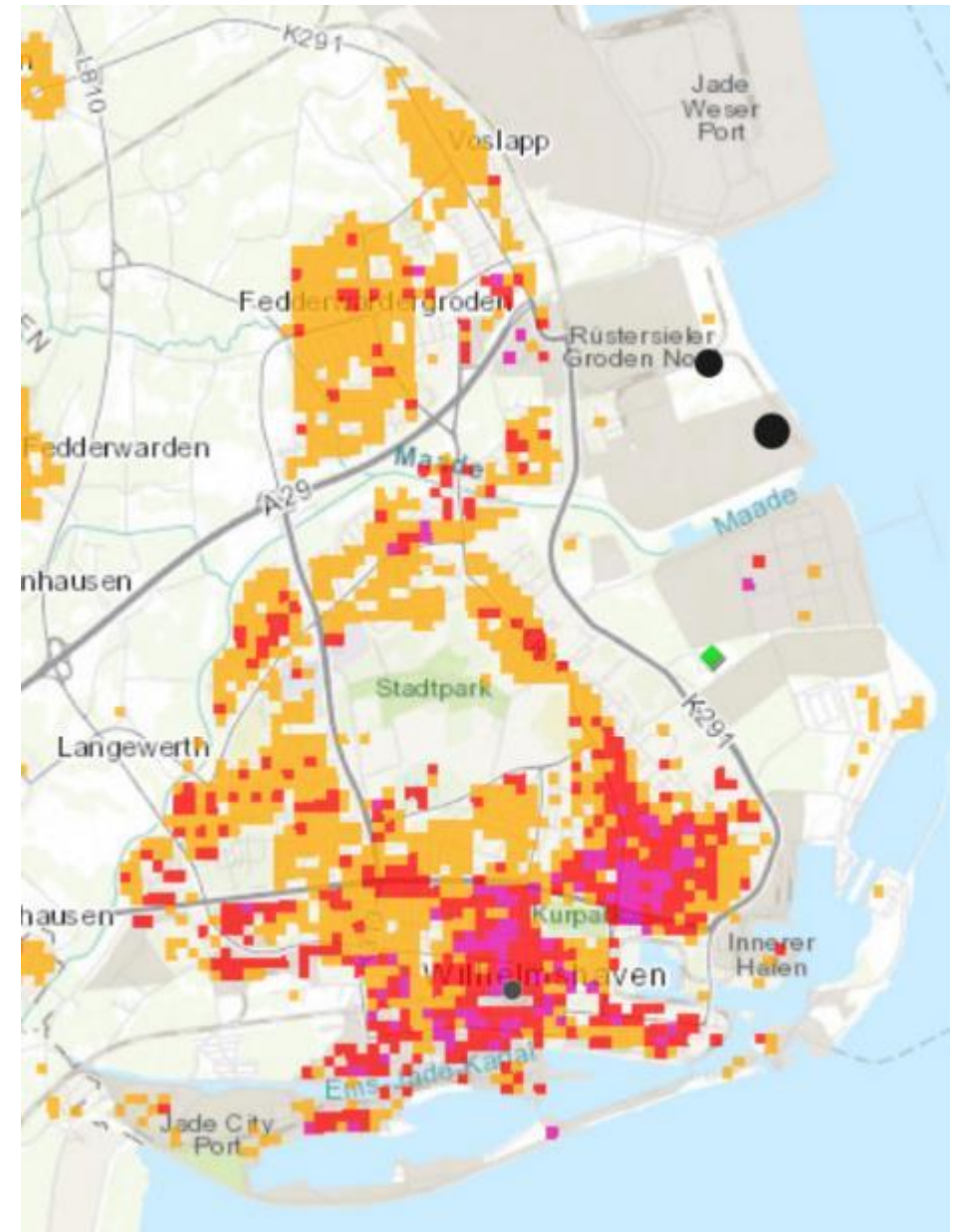


# Wilhelmshaven

## Wärmeverbrauch

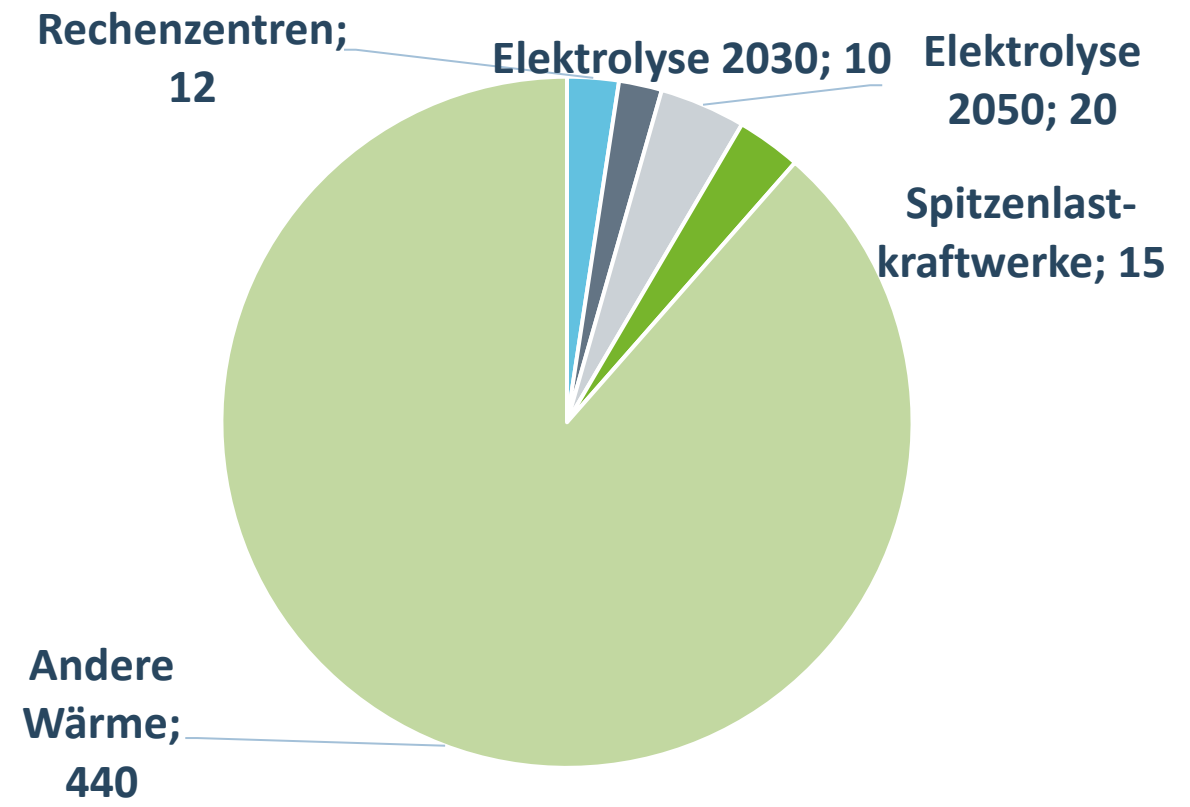
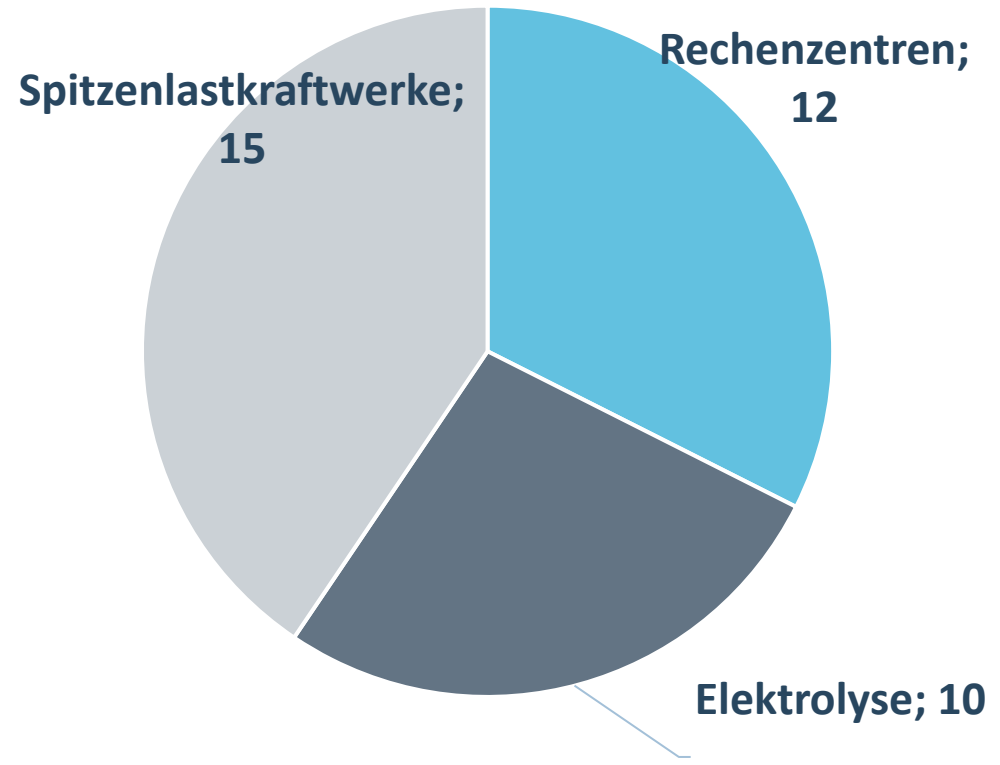
Der Wärmeverbrauch pro Fläche ist in der Innenstadt und auf einer Fläche von 2 bis 3 km<sup>2</sup> hoch genug, um dort ein Wärmenetz zu errichten.

In den gelb gekennzeichneten Gebieten ist ein Wärmenetz unter normalen Umständen eher nicht wirtschaftlich.



# Neue Wärmequellen

Neue Rechenzentren, Elektrolyseure und Spitzenlastkraftwerke sind neue Wärmequellen und bieten zusammen bis 2050 ein Potenzial von ca. 60 TWh/a von insgesamt 500 TWh/a in Deutschland.





# Wilhelmshaven

## Wärmepotenzial

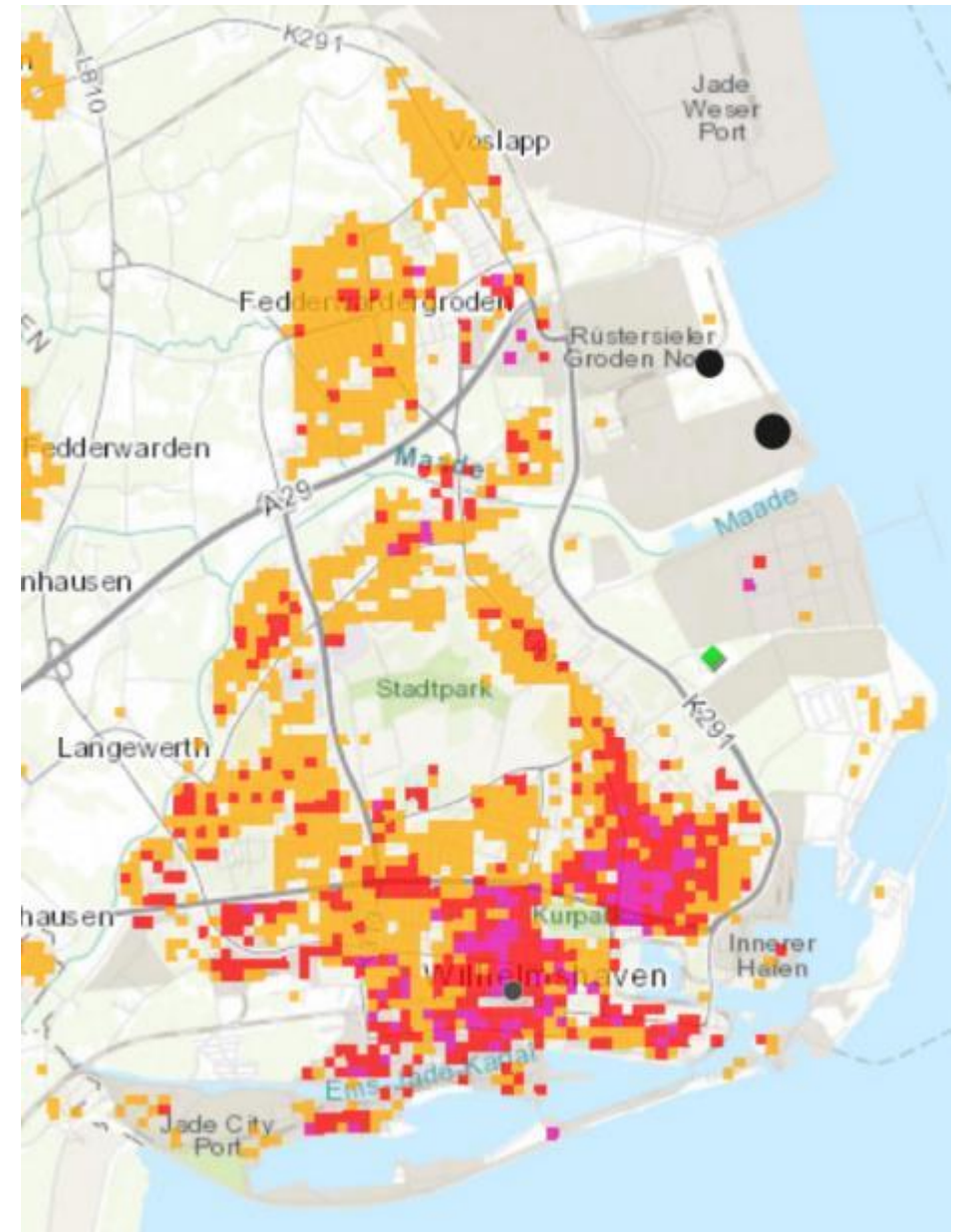
Wilhelmshaven hat einen Heizwärmebedarf für Gebäude von ca. 900 GWh. (CO2-Bilanz 2022)

4 GW geplante Elektrolyseure (bundesweit 10 GW) erzeugen Abwärme von ca. 5 TWh bei 55°C bis 60 °C

Etwa 90 GWh könnten zudem über Wärmepumpe am Klärwerk zur Verfügung stehen. (nach Peta 5)

Große Mengen Wärme könnten der Nordsee entnommen werden.

Die Dauer des Kraftwerksbetriebs ist unsicher.





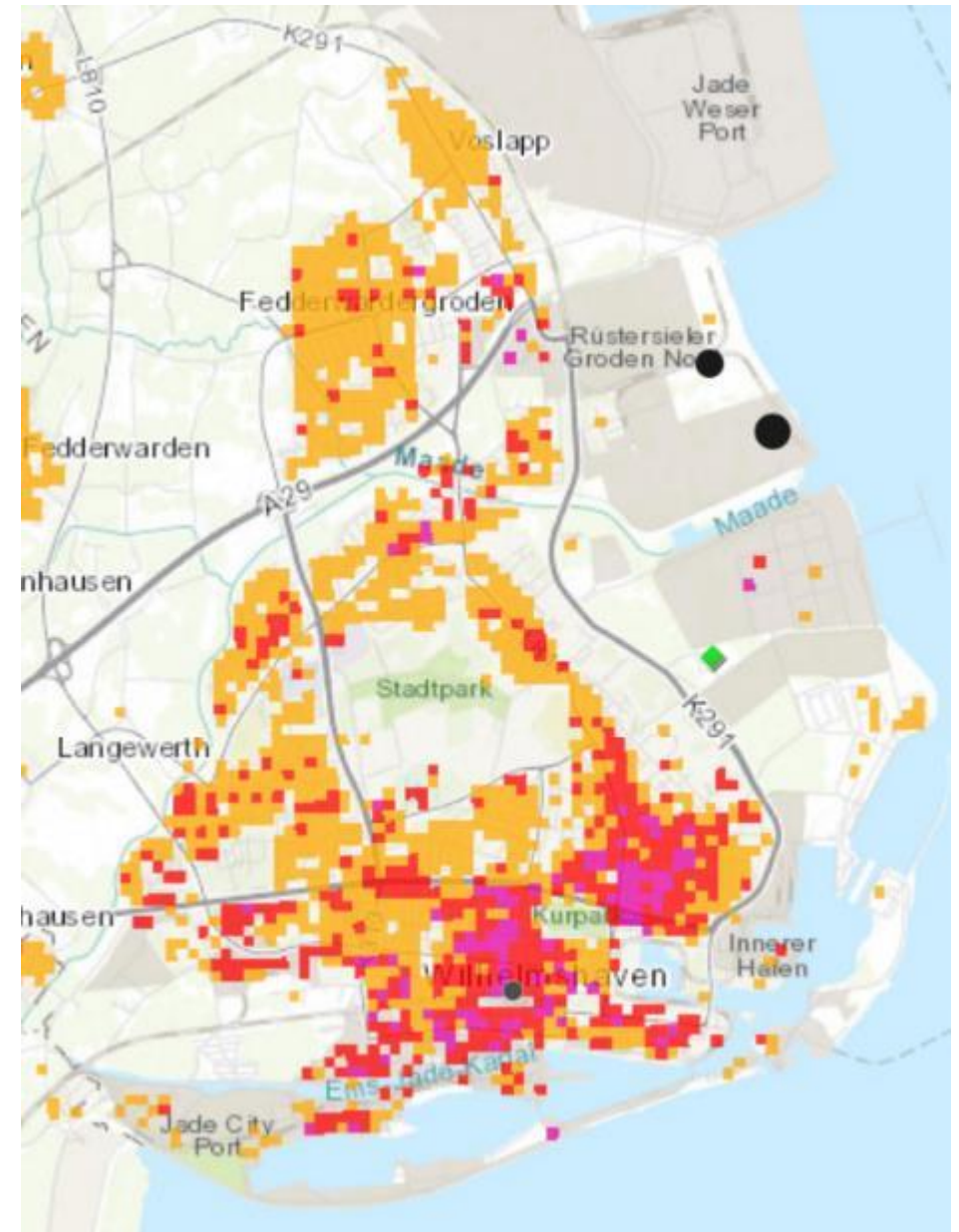
# Wilhelmshaven

## Wärmenetz

Durch die geplanten Elektrolyseure würde Wilhelmshaven quasi in Wärme schwimmen.

Es könnte dann möglich sein, auch in weniger dicht besiedelten Gebieten Wärmenetze zu bauen.

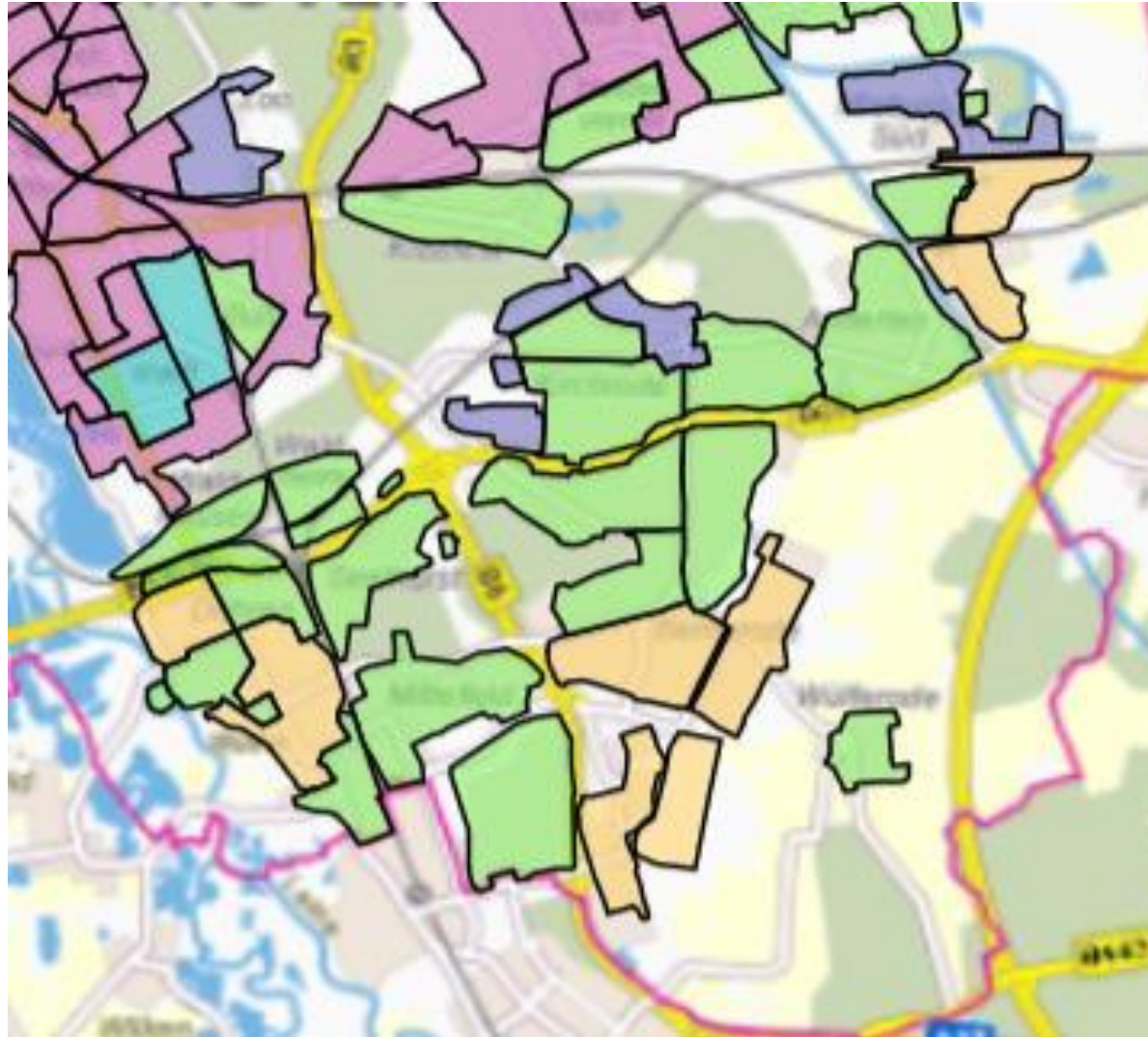
Die hohe Elektrolyseleistung so zu konzentrieren ist aus Sicht der effizienten Wärmewirtschaft völlig unsinnig.







# Was sind Prüfgebiete für Fernwärme und Nahwärme?



## 23 Prüfgebiete verteilen sich auf das Stadtgebiet



### voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

-  Fernwärme Satzungsgebiet
-  Fernwärme Erweiterungsgebiet
-  Prüfgebiet Fernwärme
-  Prüfgebiet Nahwärme
-  Dezentrale Wärmelösung

Zur interaktiven Wärmekarte geht es hier:

<https://stadtmodell-prod4.hannover-stadt.de/DT4/#/legend>

# Was sollen die Prüfgebiete im Hannoverschen Wärmeplan?

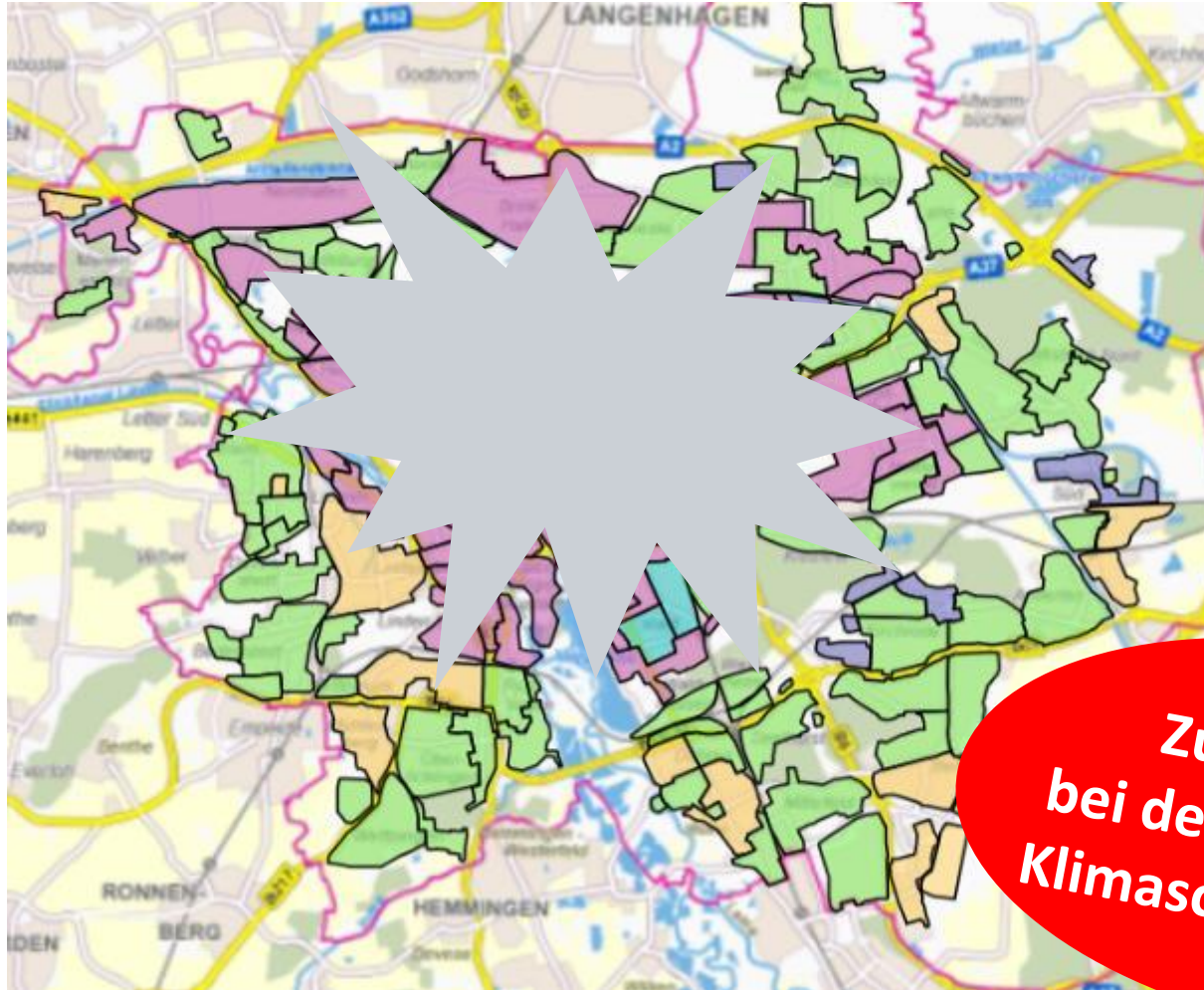
- Die Festlegung von Prüfgebieten zögert die Entscheidung hinaus, was in einem bestimmten Gebiet geschehen soll
- und ermöglicht damit aber gleichzeitig, eindeutig sinnvolle Fernwärme-Vorranggebiete und Gebiete mit dezentraler Versorgung bereits zu einem früheren Zeitpunkt festzulegen, wenn noch nicht über alle Gebiete Klarheit herrscht.

# Was passiert in den Gebieten mit dezentraler Versorgung?









In den „dezentralen“ Gebieten ist jeder selbst verantwortlich, sein Haus bis 2045 klimaneutral zu machen.



**voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete**

-  Fernwärme Satzungsgebiet
-  Fernwärme Erweiterungsgebiet
-  Prüfgebiet Fernwärme
-  Prüfgebiet Nahwärme
-  Dezentrale Wärmelösung

**Dabei gibt es vielfältige Beratungs- und Förderangebote**

**Zum Beispiel bei den Energie- und Klimaschutzagenturen**

Zur interaktiven Wärmekarte geht es hier:  
<https://stadtmodell-prod4.hannover-stadt.de/DT4/#/legend>

# Welche dezentralen Heizungen sind zugelassen?

- In Zukunft müssen Heizungen mit 65 % regenerativer Energie betrieben werden. Dies kann erfolgen durch:
  - Anschluss an ein Fern- oder Gebäudewärmenetz
  - Einbau einer elektrischen Wärmepumpe
  - Stromdirektheizung (nur in sehr gut gedämmten Gebäuden)
  - Einbau einer Wärmepumpen- oder Solarthermie-Hybridheizung
  - Heizung auf der Basis von Solarthermie
  - Einbau einer Biomasseheizung (Holzheizung, Pelletheizung, etc.)
  - Einbau einer Gasheizung, die nachweislich erneuerbare Gase nutzt

**Aber mindestens  
65 % erneuerbar**



# Und wie sehen Wärmepumpen nun aus?





## Haus von 1933 in Holzminden

**Das Haus** von 1933 hat nach der Sanierung einen jährlichen Wärmebedarf von 180 kWh/m<sup>2</sup>. Den deckt zu 17 % ein Holzofen und zu 83 % eine klein dimensionierte Wärmepumpe.

**Die Wärmepumpe:** Neben dem Haus aufgestellt ist eine Luft-Wasser Wärmepumpe mit einer Leistung von 5 kW, die meist eine Vorlauftemperatur von bis zu 38 °C liefert. So wurde eine Jahresarbeitszahl (JAZ) von 4,3 erreicht. Die niedrige Leistung der Wärmepumpe erfordert, sie im Winter Tag und Nacht zu betreiben, was ungewohnt, aber effizient ist.

Bild: Clausen



**BORDERSTEP INSTITUT**  
für Innovation und Nachhaltigkeit

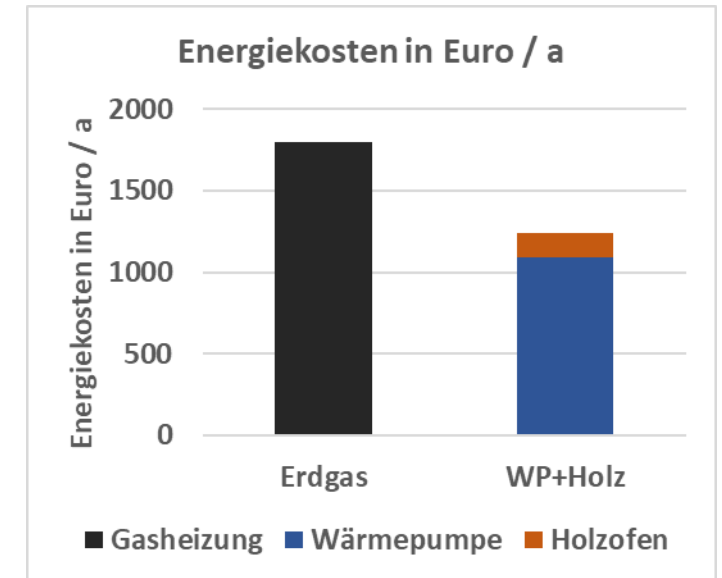
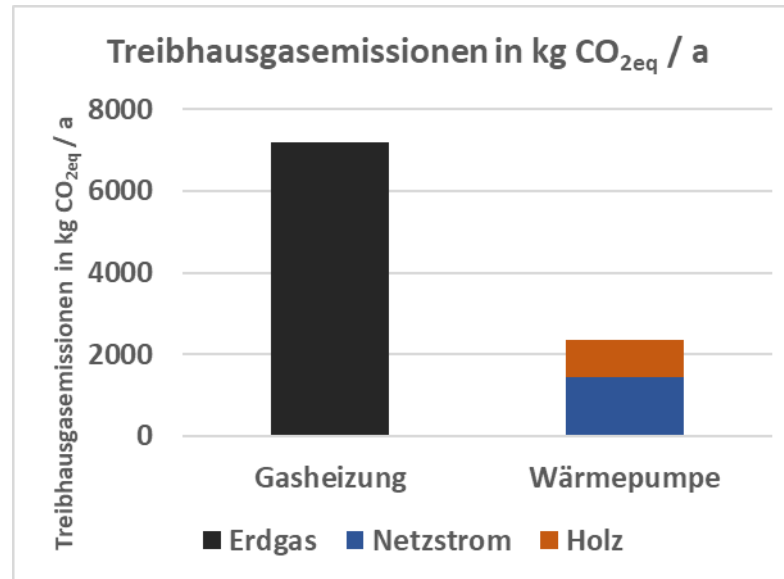
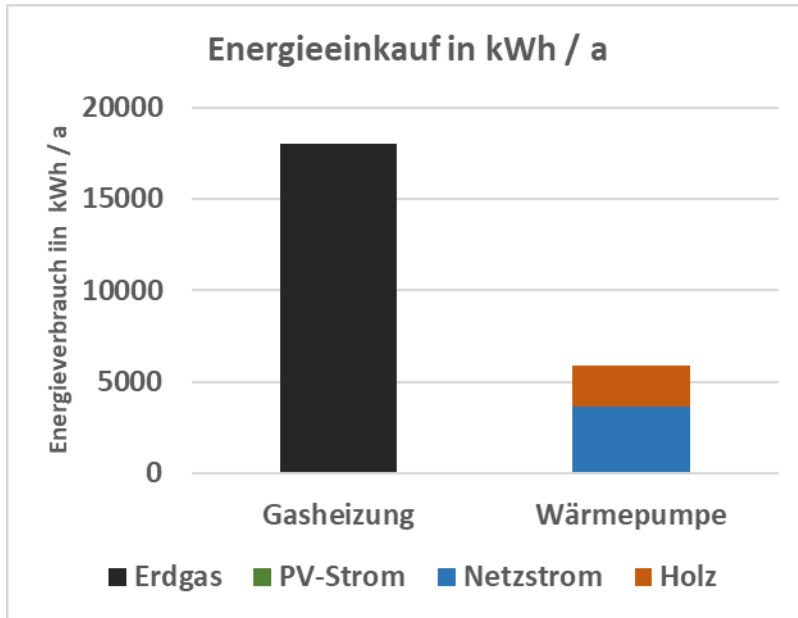


**LANDESWENDE**



# Luft-Wasser-Wärmepumpe in einem Einfamilienhaus Baujahr 1933

Energieeffizienzklasse F  $\approx 180 \text{ kWh/m}^2$

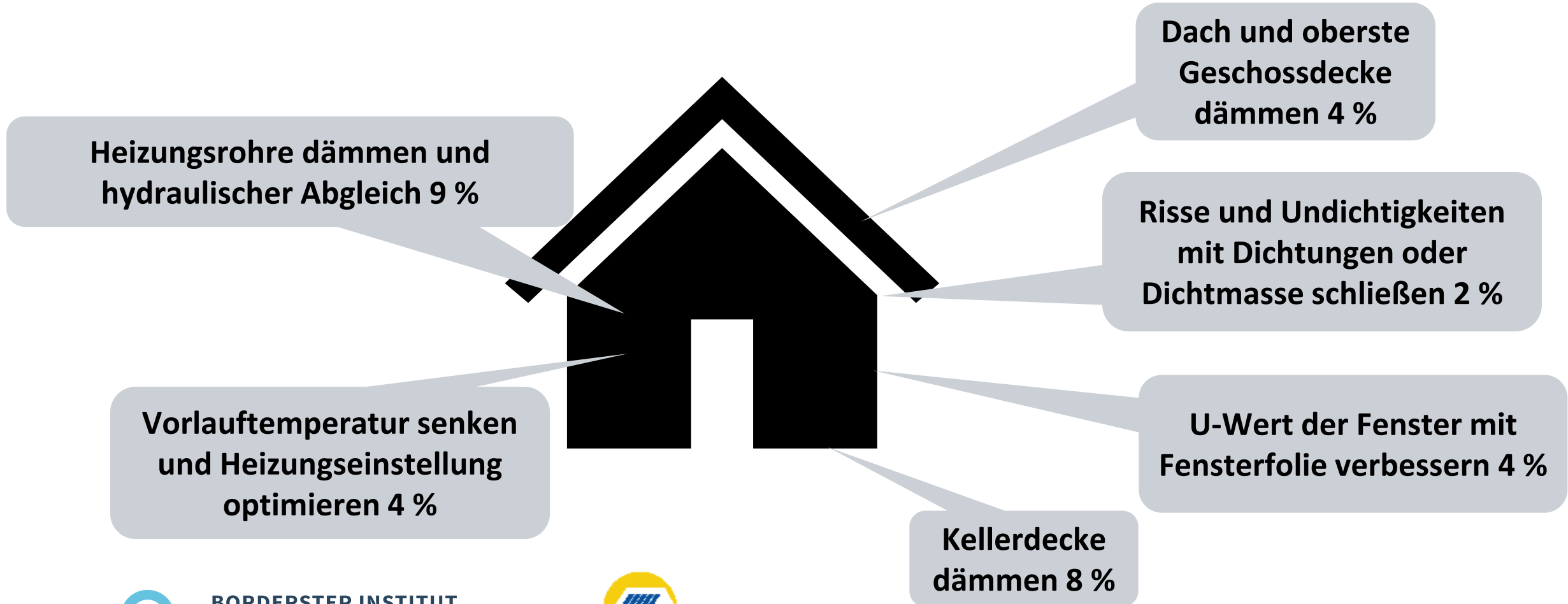




# Aber wie bekommt man dies Haus „wärmepumpenfähig“?

Dazu sollte es mit einer Vorlauftemperatur von max. 50 °C zu heizen sein.

Das erfordert nicht unbedingt riesige Geldbeträge. Wenn man es schlau macht.



# Aber wie bekommt man dies Haus „wärmepumpenfähig“?

## Do-it-Yourself kann wesentliche Beiträge leisten

- In diesem Haus ist sehr viel Eigenarbeit gemacht worden.
- Bei der Übernahme lag der jährliche Wärmeverbrauch bei 250 bis 300 kWh/m<sup>2</sup>, Energieeffizienzklasse H.
- Nach der Sanierung lag er bei 180 kWh/m<sup>2</sup>, Energieeffizienzklasse F. Immer noch schlecht.
- Durch den Einbau einer Trockenbau-Fußbodenheizung wurde das Haus dann wärmepumpenfähig.
- Die 5 kW Wärmepumpe beheizt das Haus mit einer Vorlauftemperatur von unter 40 °C mit einer Jahresarbeitszahl von 4,34.
- Spitzenlast an kalten Tagen kommt vom Holzofen.



**Kosten alles zusammen:  
um die 40.000 €**

# Wie habe ich gerechnet?

## Energieverbrauch – Treibhausgasemissionen – Energiekosten

Die Zahlen zum **Energieverbrauch** beruhen auf Angaben der Hausbesitzenden. Der Energieverbrauch der (fiktiven) Gasheizung in Kilowattstunden wurde als gleich hoch angesetzt, wie der Wärmeoutput der Wärmepumpe, also die Summe aus Strombedarf und gewonnener Umweltwärme.

Der **Treibhausgasfaktor** von Erdgas wurde incl. der Vorkettenemissionen aus Förderung und Transport auf ca. 400 g CO<sub>2</sub>eq/ kWh veranschlagt (Brauers et al., 2021). Es wurde also nicht der mit Blick auf die aktuelle Klimaforschung deutliche zu geringe Wert aus dem GEG angewendet. Der Treibhausgasfaktor von Netzstrom wurde ebenfalls nicht dem in dieser Hinsicht veralteten GEG entnommen, sondern in Anlehnung an Daten des Umweltbundesamtes ebenfalls auf 400 g CO<sub>2</sub>eq/ kWh veranschlagt (Umweltbundesamt, 2022). Der Treibhausgasfaktor von Strom aus der eigenen Photovoltaik wurde nach Gebäudeenergiegesetz zu 0 g CO<sub>2</sub>eq/ kWh veranschlagt.

Zur Errechnung der laufenden **Energiekosten** wurde auf Basis eines Preisvergleichs im März 2023 für eine Kilowattstunde Erdgas 10 Cent und für eine Kilowattstunde Netzstrom zum Wärmepumpentarif 30 Cent angesetzt.



Bild: NIBE

## Bungalow in Hannover

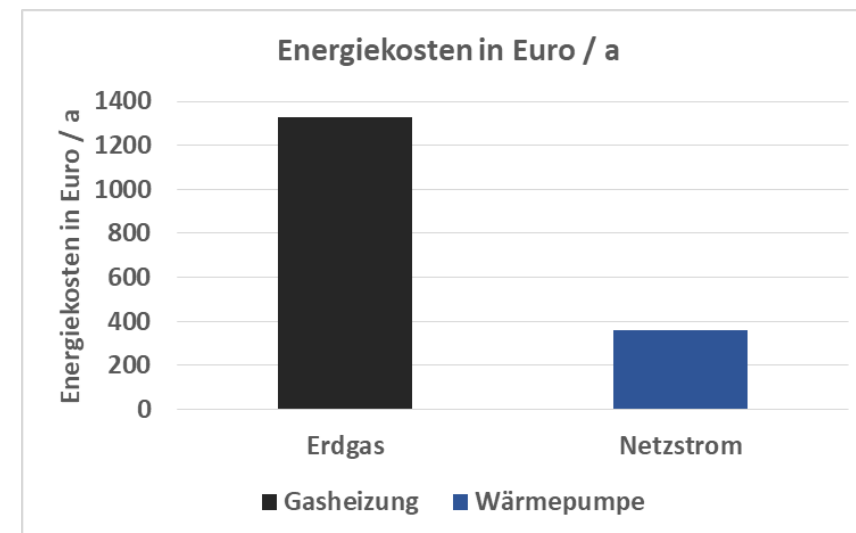
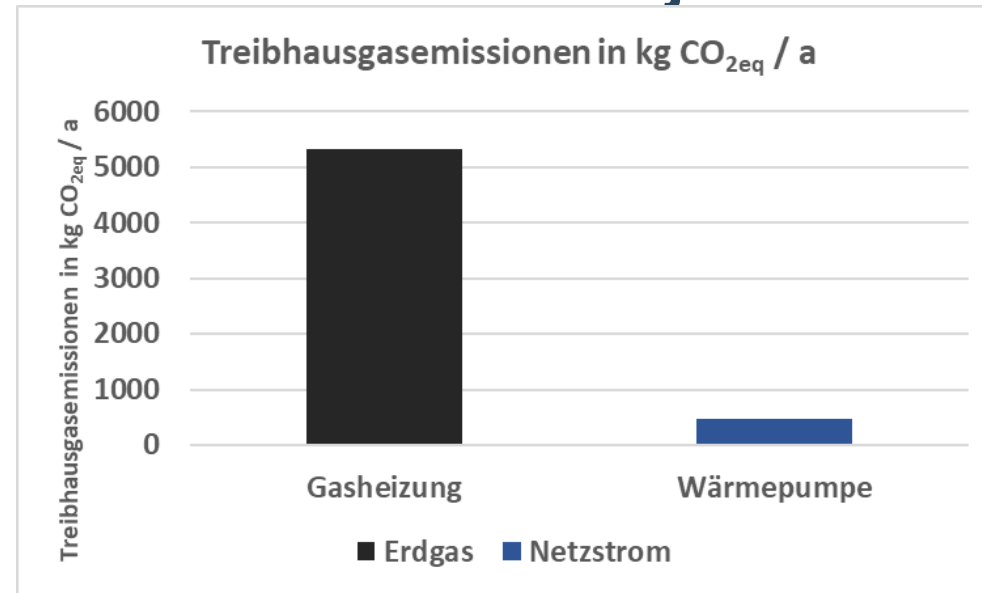
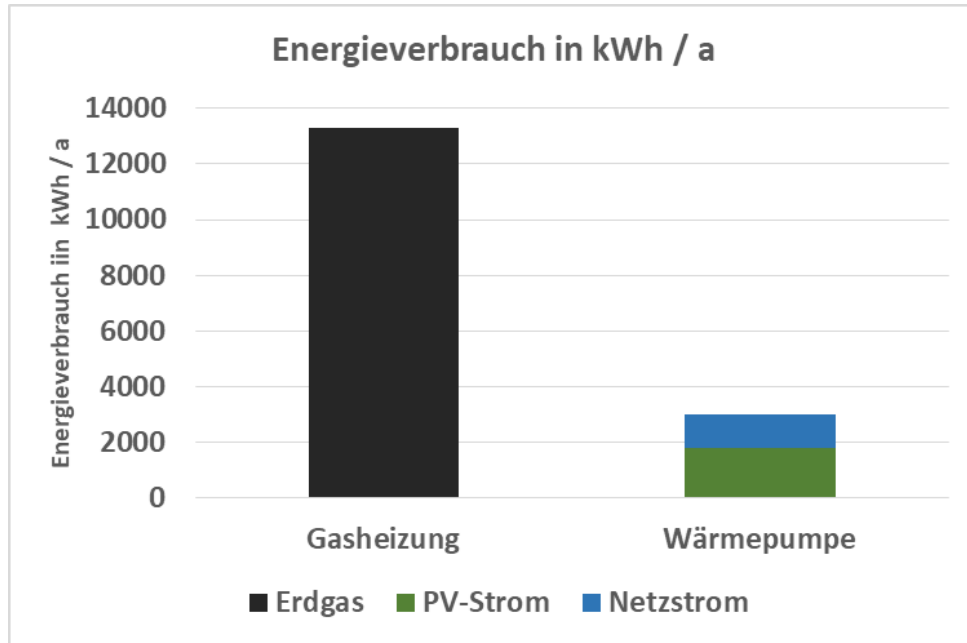
**Die Wärmepumpe:** Das Gebäude wird mit einer NIBE Sole Wasser Wärmepumpe mit einer Leistung von 6 kW beheizt. Die Umweltwärme wird durch zwei Erdsonden mit je 75 m Tiefe gewonnen.

**Die Energietechnik:** Das Haus ist mit 14 kW<sub>peak</sub> PV sowie einem Stromspeicher mit 13,5 kWh Kapazität ausgestattet. Die Jahresarbeitszahl (JAZ) lag 2021/2022 bei 4,4. Vom Wärmepumpenstrom konnten ca. 60% mit PV und Stromspeicher selbst produziert werden, nur 1.200 kWh mussten beim Stromversorger zugekauft werden



# Erdwärmepumpe in einem Bungalow in Hannover Baujahr 2002

Energieeffizienzklasse C  $\approx 97 \text{ kWh/m}^2$



# Der Autarkiegrad ist abhängig von Strombedarf, PV-Größe und Speicher

Wenn Sie:

- 5000 kWh Strombedarf für Haushalt und E-Fahrzeug,
- 5000 kWh Strombedarf für Wärmepumpe und
- 10 kW<sub>peak</sub> auf dem Dach und
- 10 kWh Speicher im Keller haben

kommen sie auf ca. 44 % Selbstversorgung.

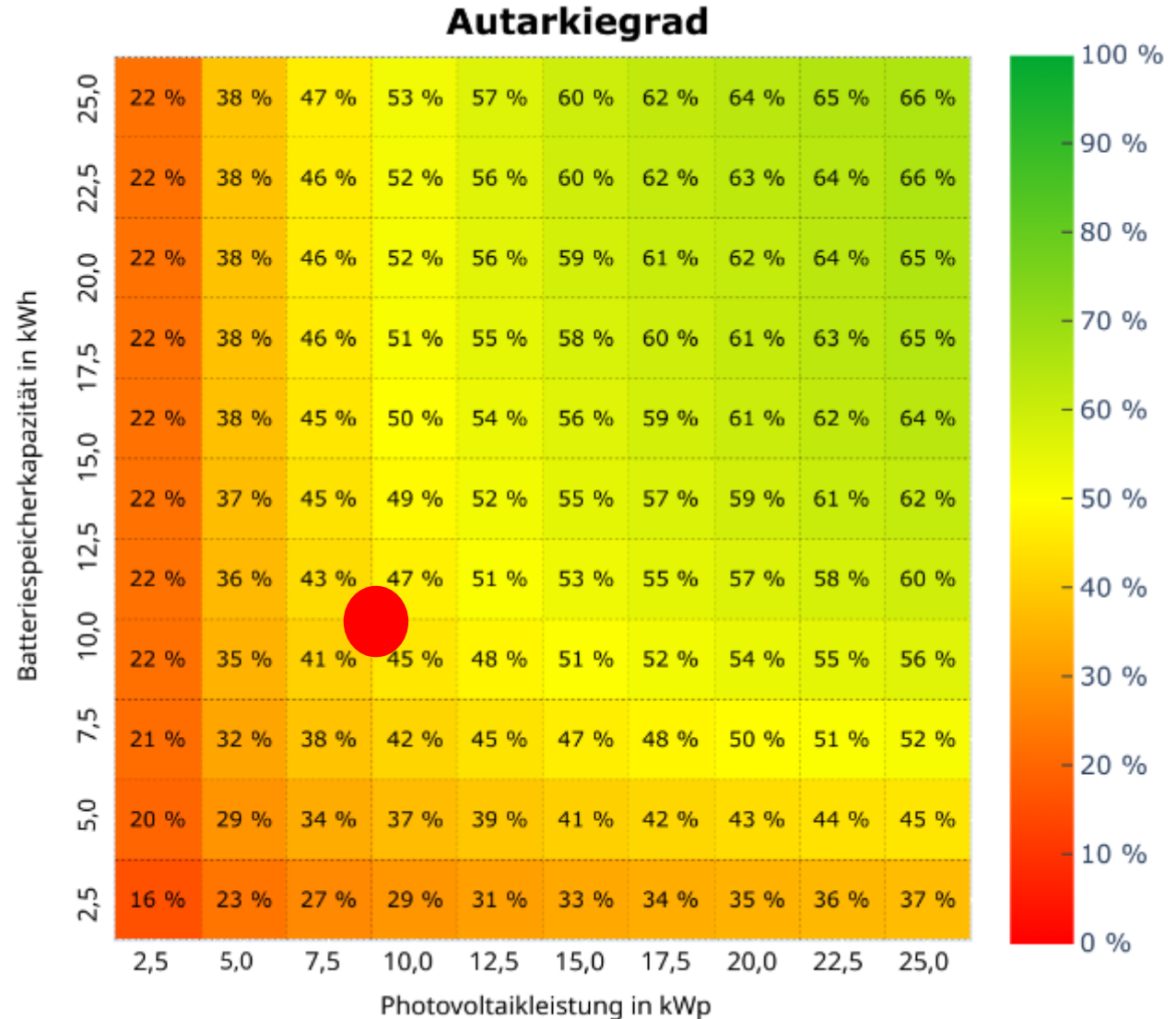




Bild: Clausen

## Mehrfamilienhaus von 1936

**Diese Häuser** von 1936 mit zusammen 360 m<sup>2</sup> Wohnfläche haben den Niedersächsischen Wärmepumpenpreis Preis in der Kategorie „Die innovativste Wärmepumpenheizung“ gewonnen.

**Die Wärmepumpe:** Die Luft-Wasser Wärmepumpe Solvis Lea 8 kW Eco versorgt das Haus über einen Pufferspeicher.

**Die Energietechnik:** Das Haus ist mit einer 29,8 kW<sub>peak</sub> PV-Anlage und einem 12 kWh Stromspeicher ausgestattet. Auch der KIA EV 6 wird mit seiner 77 kWh Batterie im bidirektionalen Laden als Speicher eingebunden. Das Smart Meter ermöglicht die Nutzung dynamischer Stromtarife. Die Elektronik übernimmt den hydraulischen Abgleich. Das Haus kann mit einem Schalter vom in ein Inselnetz verwandelt werden.





Foto: Clausen

## Mehrfamilienhäuser mit Wärmepumpe in Vahrenwald von 1962/1963

Der Spar- und Bauverein Hannover saniert zwei Gebäude mit zusammen 18 Wohnungen und rund 1.160 m<sup>2</sup> Wohnfläche.

Der Wärmeverbrauch wird von ca. 115 kWh/m<sup>2</sup> in den letzten Jahren auf ca. 62 kWh/m<sup>2</sup> reduziert.

Eingebaut wird ein doppelter Vertikalwärmetauscher im gemeinsamen Garten und eine 25 kW Stiebel Eltron Wärmepumpe.

In die Wohnungen wird durch die alten Schornsteine warmes Heizwasser mit einer Vorlauftemperatur von ca. 40 bis 45 °C verteilt. In den Wohnungsstationen wird das Trinkwarmwasser in einem Wärmetauscher erwärmt. Wird noch wärmeres Wasser gewünscht, wird die Temperatur elektrisch aufgetoppt. Der Installateur rechnet mit einer JAZ von ca. 3,5.

Die Miete wird um 70 Cent/m<sup>2</sup> steigen.

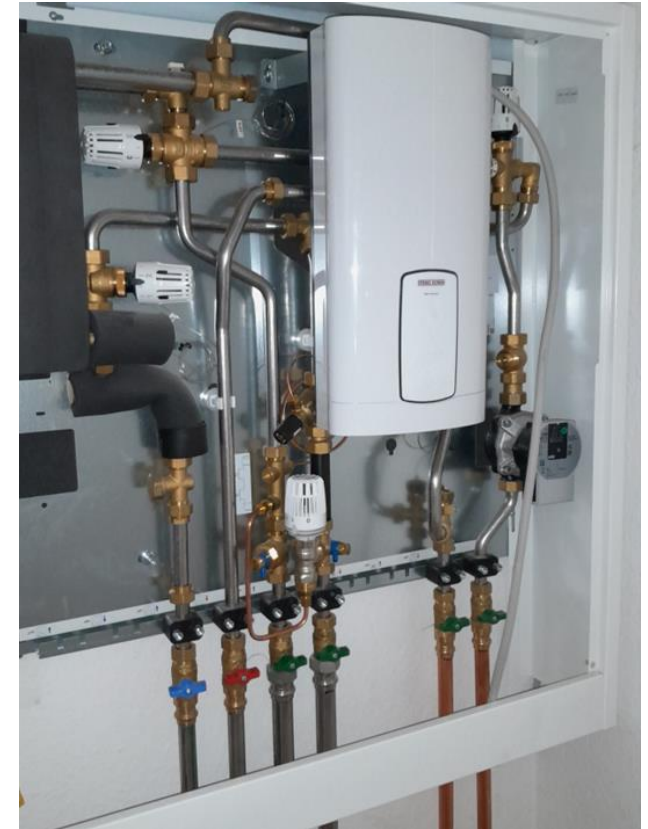




# Mehrfamilienhäuser mit Wärmepumpe in Vahrenwald



Um auch nachts preiswerten Strom aus der Solaranlage nutzen zu können, wird auch Strom in einen 25 kWh Batteriespeicher eingespeist. Etwa die Hälfte des Heizstroms kann so selbst erzeugt werden. Die Stromnutzung für die Wärmeerzeugung lässt auch ohne aufwendige Mieterstrommodelle Kostenvorteile bei den Mietenden ankommen



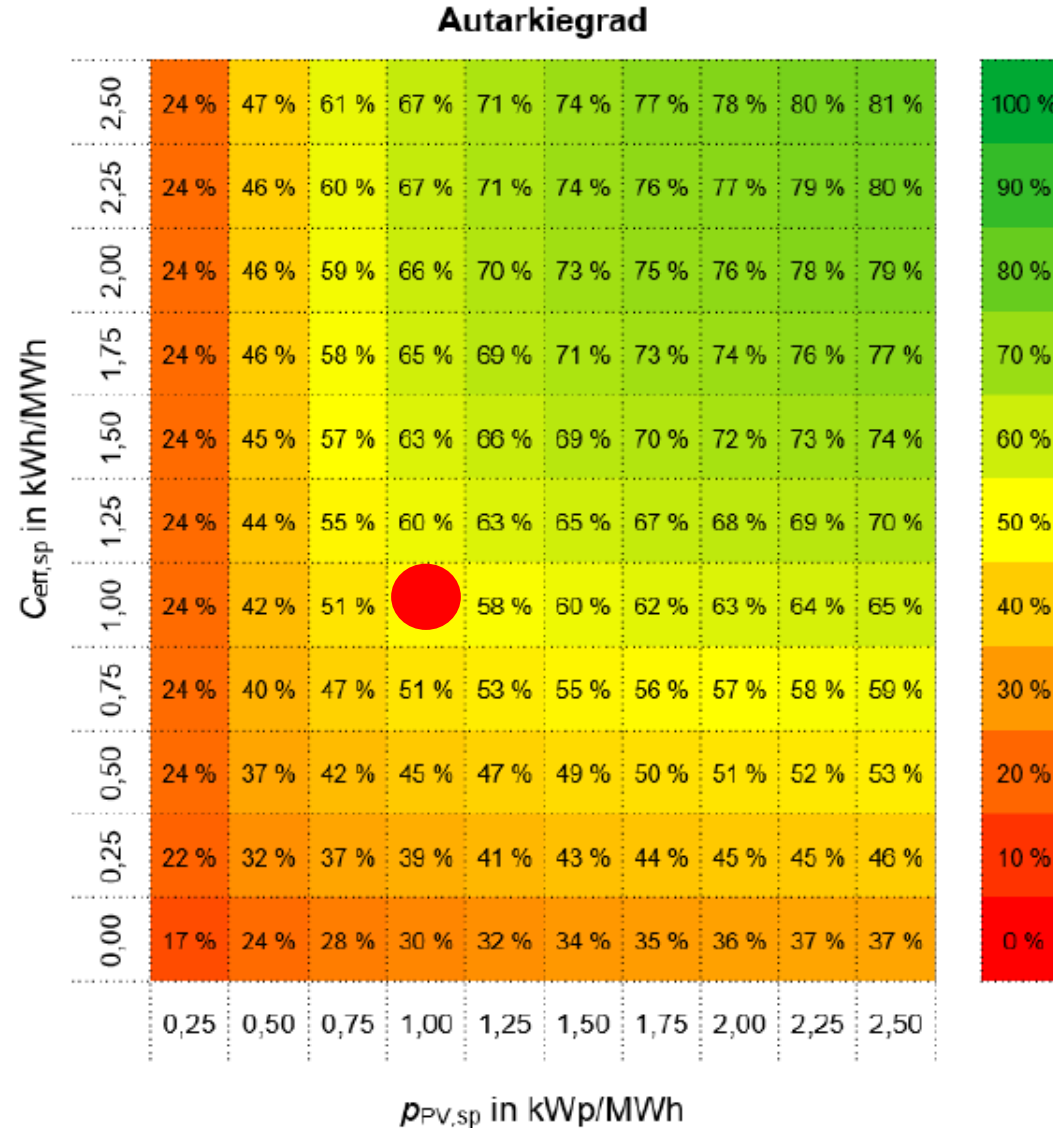
In der Frischwasserstation erwärmt der kleine Wärmetauscher (links) das warme Wasser auf ca. 35 °C. Muss es einmal wärmer sein, springt der 11 kW Durchlauferhitzer (rechts) an.

# Der Autarkiegrad ist abhängig von Strombedarf, PV-Größe und Speicher

Wenn Sie:

- 70.000 kWh Strombedarf für die Wärmepumpe,
- 20 kW<sub>peak</sub> auf dem Dach und
- 25 kWh Speicher im Keller haben

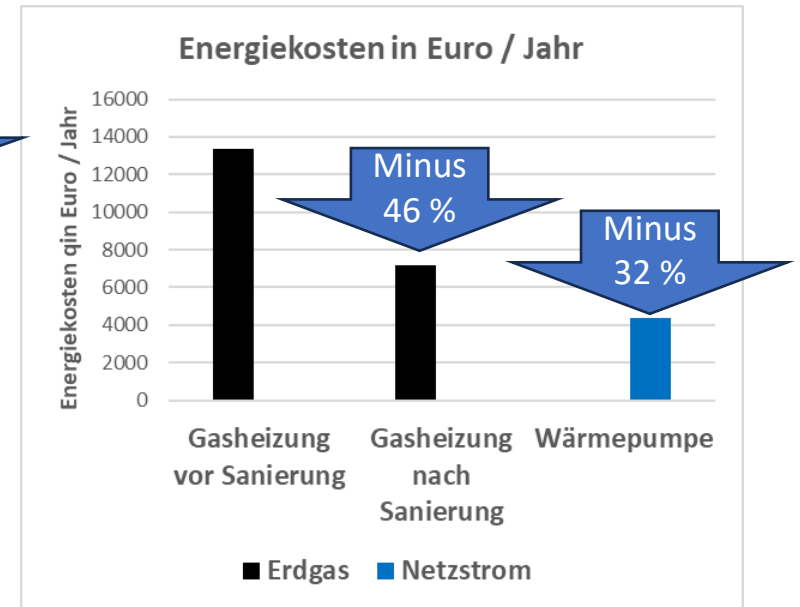
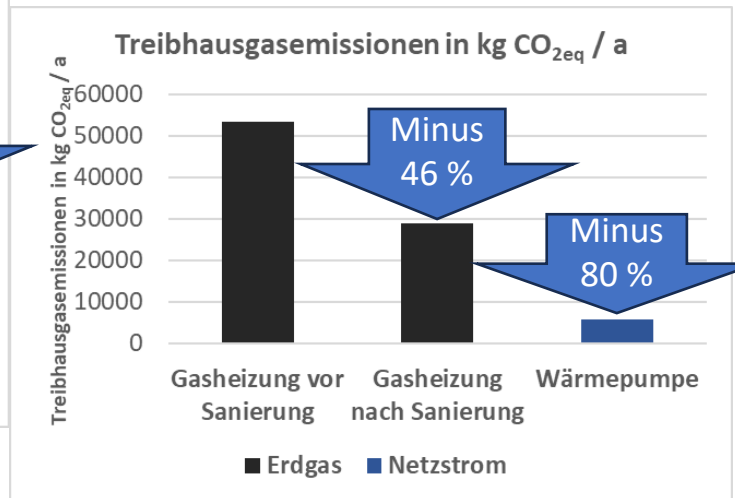
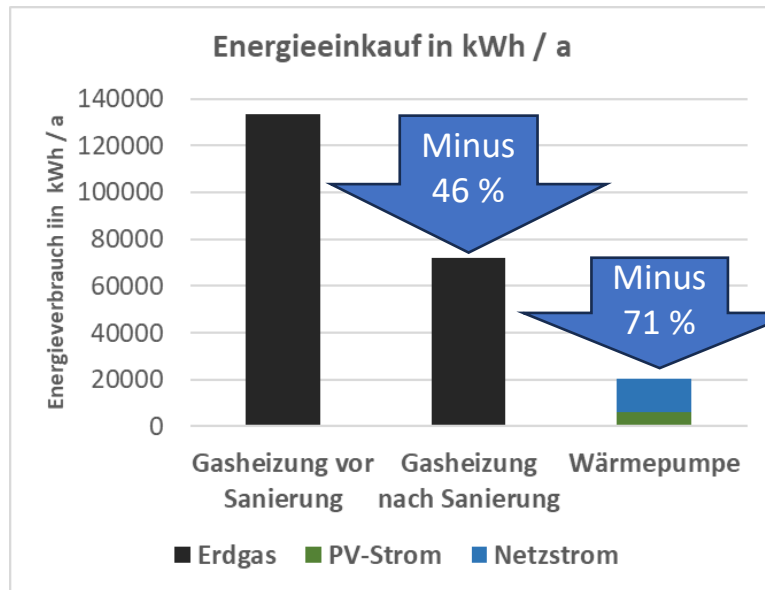
kommen sie auf ca. 56 % Selbstversorgung.



Quelle:  
Tjarko  
Tjaden

# Veränderung der Kennzahlen durch Sanierung und Heizungswechsel

Die Wärmepumpe ist preiswerter als die Sanierung, bringt aber mehr.





## Etagenwohnung in Dresden

- 72 m<sup>2</sup> Dachgeschosswohnung
- Bisher Beheizt mit Fernwärme aus Braunkohle
- Fernwärmeverbrauch bisher 3.300 kWh/a
- Im Herbst 2022 Einbau einer Luft-Luft Wärmepumpe alias Klimaanlage
- In den Monaten Dezember bis April ist in Dresden ein Anteil am Heizbedarf von 69 % zu erwarten.
- Es wäre also mit einem Wärmeverbrauch von 2.280 kWh zu rechnen. Insgesamt wurden in der Zeit von Anfang Dezember 2022 bis Ende April 2023 ein Fernwärmeverbrauch von 224 kWh und ein Stromverbrauch der Wärmepumpe von 276 kWh gemessen.
- Die Wärmepumpe sparte das 7-Fache ihres Stromverbrauchs an Wärme.

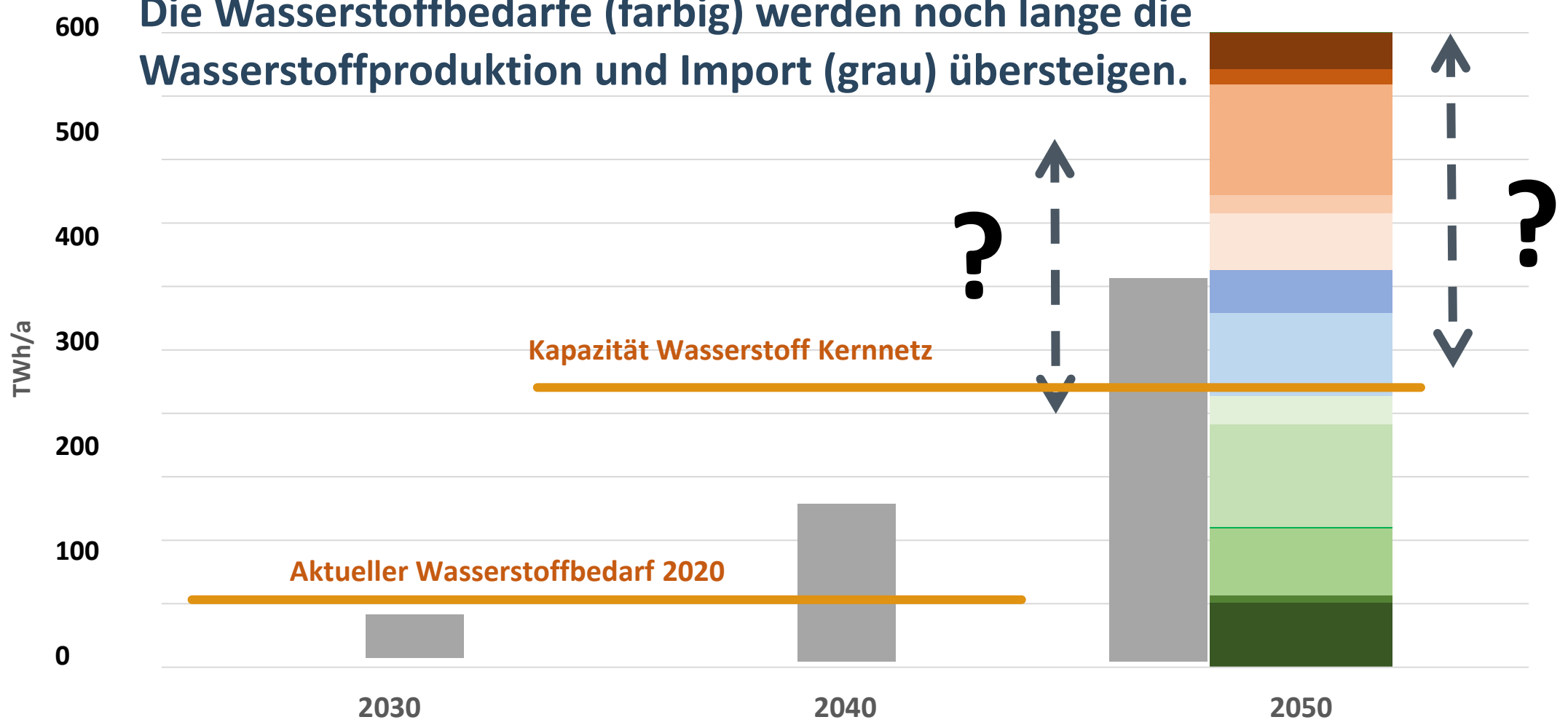
Quelle: Privat



# Warum sollte kein Wasserstoffnetzgebiet geplant werden?



Die Wasserstoffbedarfe (farbig) werden noch lange die Wasserstoffproduktion und Import (grau) übersteigen.



- Ammoniakproduktion
- Methanolproduktion
- Stahlproduktion
- Eisenbahnen
- Saisonspeicherung
- Raffinerien
- Schiffahrt
- Flugverkehr
- LKWs
- Prozesswärme
- Gebäudewärme
- Lieferfahrzeuge
- PKWs
- Angebot grüner H2

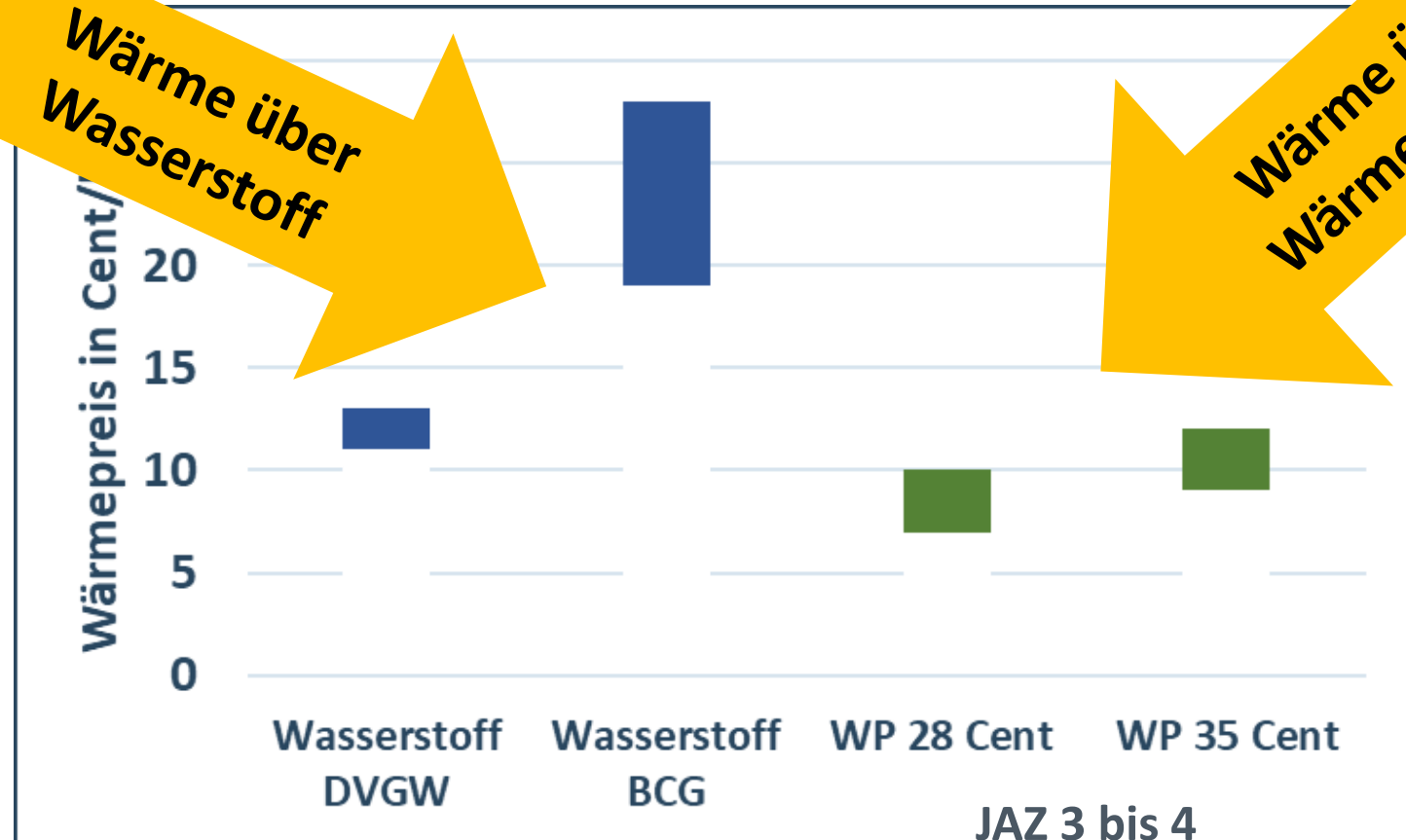
Quelle: Borderstep

# Was würde es für die Endkunden bedeuten ...

... wenn die Wärmeplanung auf Wasserstoff setzt

Eine Studie von Frontier Economics im Auftrag des DVGW geht 2045 von Wasserstoff-Beschaffungskosten zwischen 7 und 9 Cent aus. **Der H2-Endkundenpreis läge dann bei 11 bis 13 Cent/kWh.**

Einer aktuellen Untersuchung der Boston Consulting Group zufolge werden für grünen Wasserstoff ab 2030 voraussichtlich Preise zwischen fünf bis acht Euro aufgerufen (Witsch, 2023). **Der H2-Endkundenpreis läge dann bei 19 bis 28 Cent/kWh.**





**Die Ausweisung eines Wasserstoffnetzgebietes findet in Hannover nicht statt.**

**Denn Wasserstoff wird lange Zeit knapp und teuer bleiben.**

**Außerdem müssten Gasthermen, Zähler und teils die Leitungen ausgetauscht werden.**





# Heizen mit Holz



# Die Holzwirtschaft plädiert für Holz ....

... aber wie sieht es da mit der Versorgungssicherheit aus?

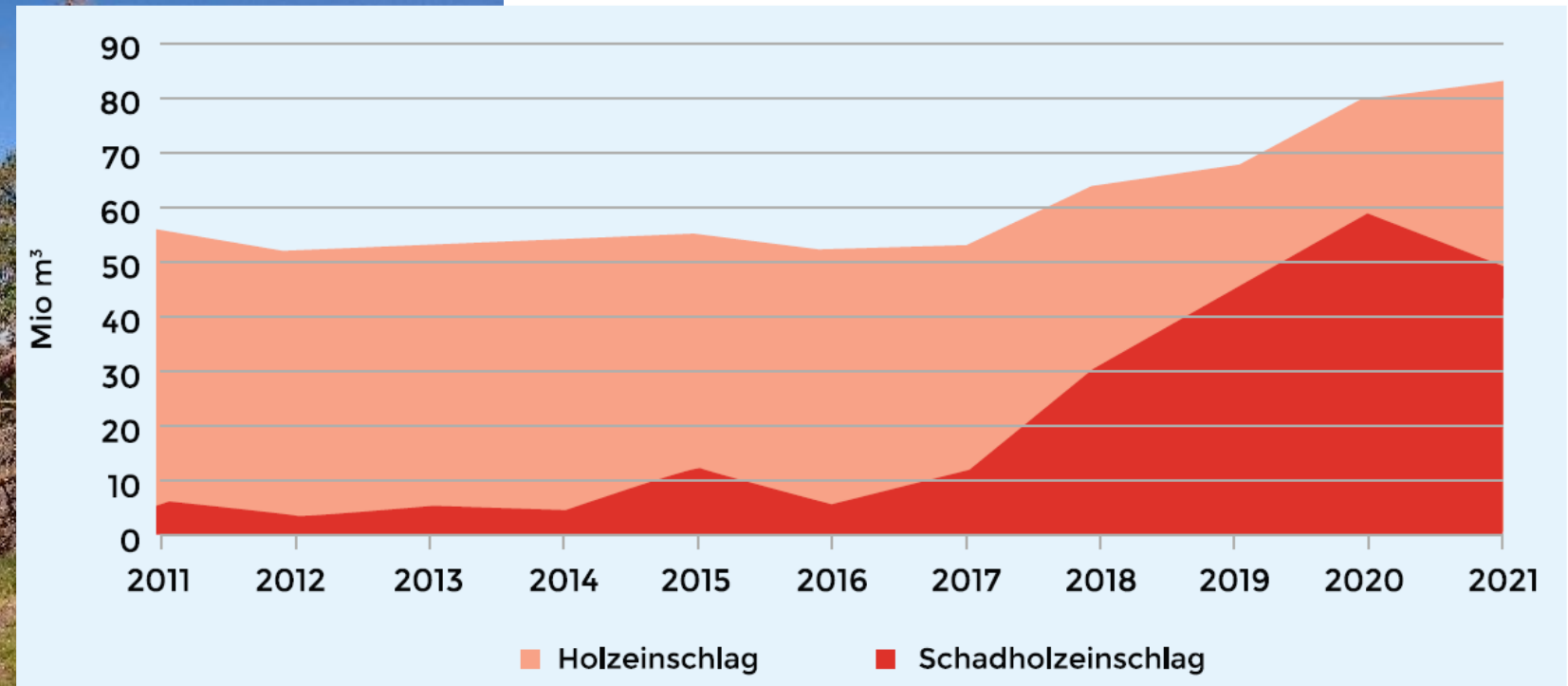
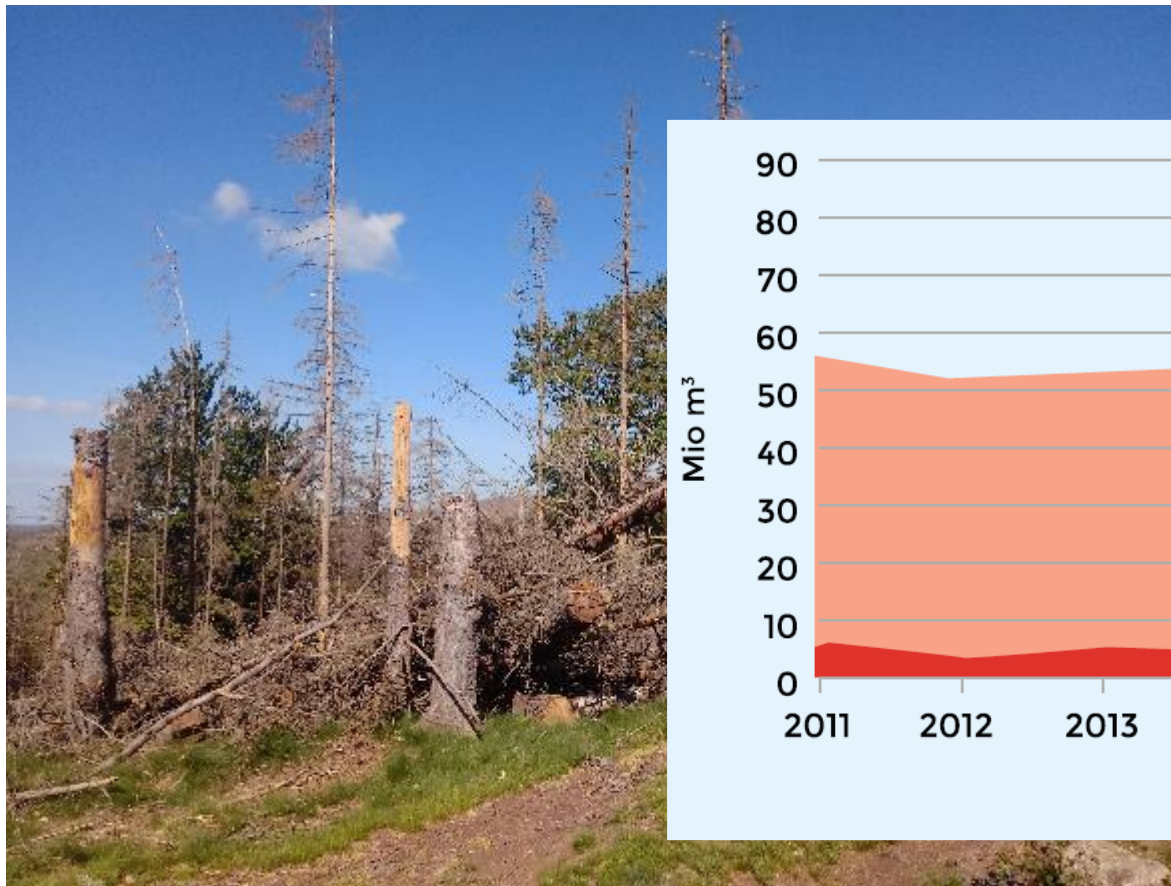


Foto: Mathes. Grafik: Scientists for Future

# Auch Holzheizungen belasten das Klima

... denn man muss Holz ja nicht verbrennen

Es gibt 12 Millionen Kamine und Kaminöfen.

Natürlich kann man Gebäude mit schlechter Energieeffizienz auch mit Biomasse heizen. Aber wir haben nicht genug Wald für Pelletheizungen.

Wenn man Holz zu Häusern verarbeiten würde, würde das CO<sub>2</sub> lange gespeichert. Das wäre für das Klima besser als verbrennen.

## Heizen mit Holz

knapp, teuer und unerwartet klimaschädlich



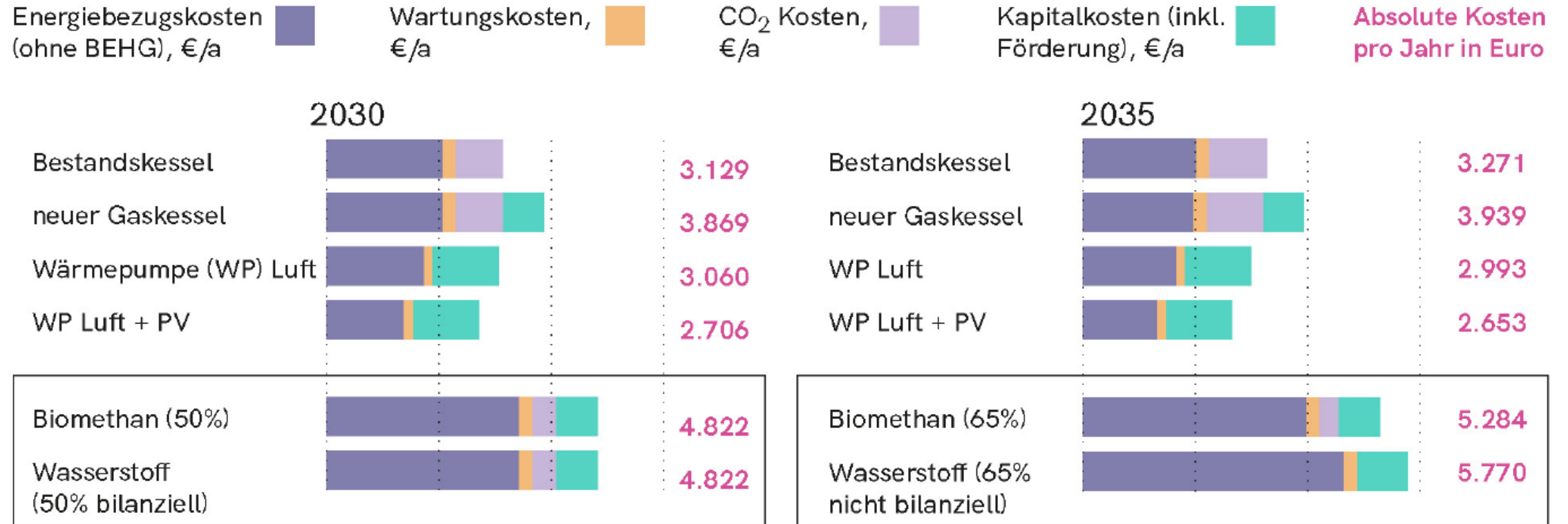
# Wie wirtschaftlich sind die verschiedenen Heizungen und was kosten sie?



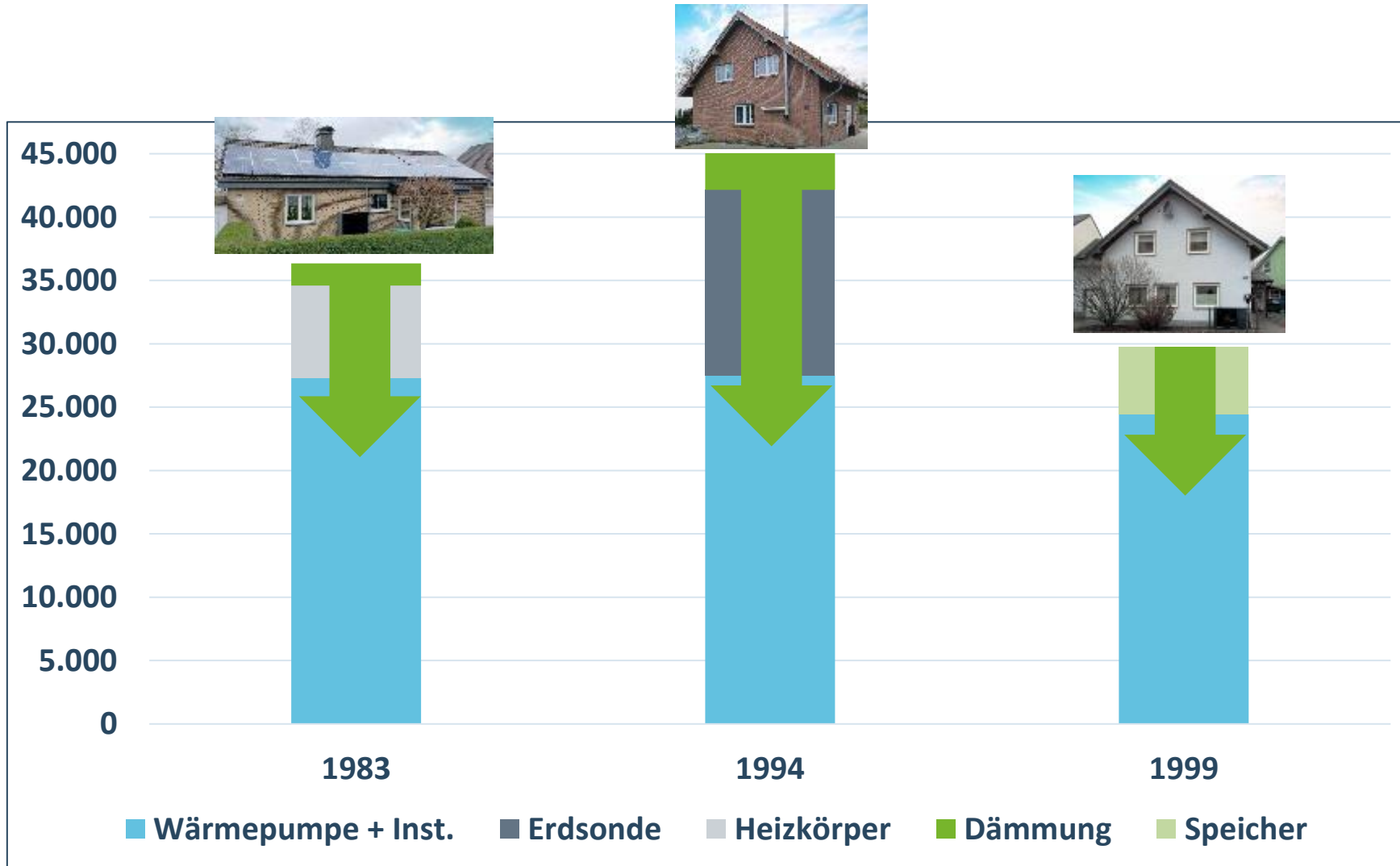


# Welche Heizung ist langfristig am preiswertesten?

Aktuelle Berechnung für ein 121 m<sup>2</sup> Haus mit 178 kWh/m<sup>2</sup> Energieverbrauch, WP JAZ = 2,6



# Und wie hoch waren Investitionskosten im Jahr 2022?



Durchschnittlicher Neuwagenpreis 2022

Mehr über die Wärmepumpe erfahren sie auch auf den Websites der Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen sowie beim Bundesverband Wärmepumpe.

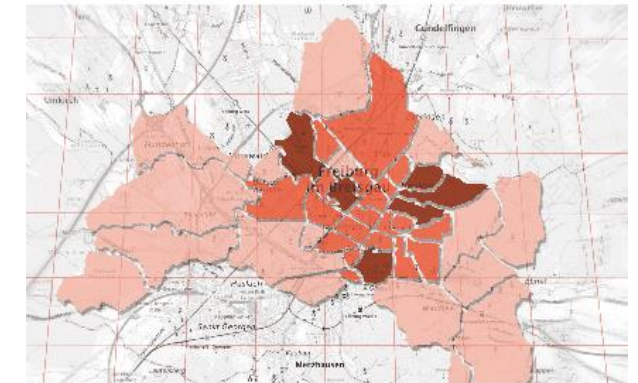
<https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/themen/waerme/waermepumpe/index.php>

Und im Buch „Die Wärmewende“

<https://de.scientists4future.org/keypoints-kommunale-waermewende/>

## Die Wärmewende

Zentrale Aufgabe einer  
klimaverantwortlichen  
Kommunalpolitik

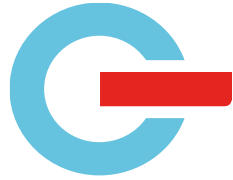


Herausgeber: Clausen, J.; Seifert, T.; Huber, M.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



# **BORDERSTEP INSTITUT** für Innovation und Nachhaltigkeit



Dr. Jens Clausen

Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gemeinnützige GmbH

[clausen@borderstep.de](mailto:clausen@borderstep.de); [www.borderstep.de](http://www.borderstep.de)

Mehr zur Wärmewende:

<https://www.borderstep.de/projekte/solare-waermepumpe-heizen-und-kuehlen-mit-hilfe-der-sonne/>

