Wie geht Energiewende in Nürnberg?

Nürnberg, 7.09.2022

Agenda

19:30 Aktueller Stand Energiewende, Erneuerbare Energiequellen

1. Aktueller Stand Energiewende
    1. Daten Nürnbergs (Flächen, Gebäude, Einwohner, bereitgestellte Energien, Treibhausgase)
    2. Investitionen und laufende Kosten
2. Erneuerbare Energiequellen für Nürnberg und ihre Grenzen
    1. Erneuerbarer Strom privat und kommunal (Netze)
    2. Erneuerbare Wärme privat und kommunal (Fernwärme)
    3. Orange und Grüne Gase lokal und regional

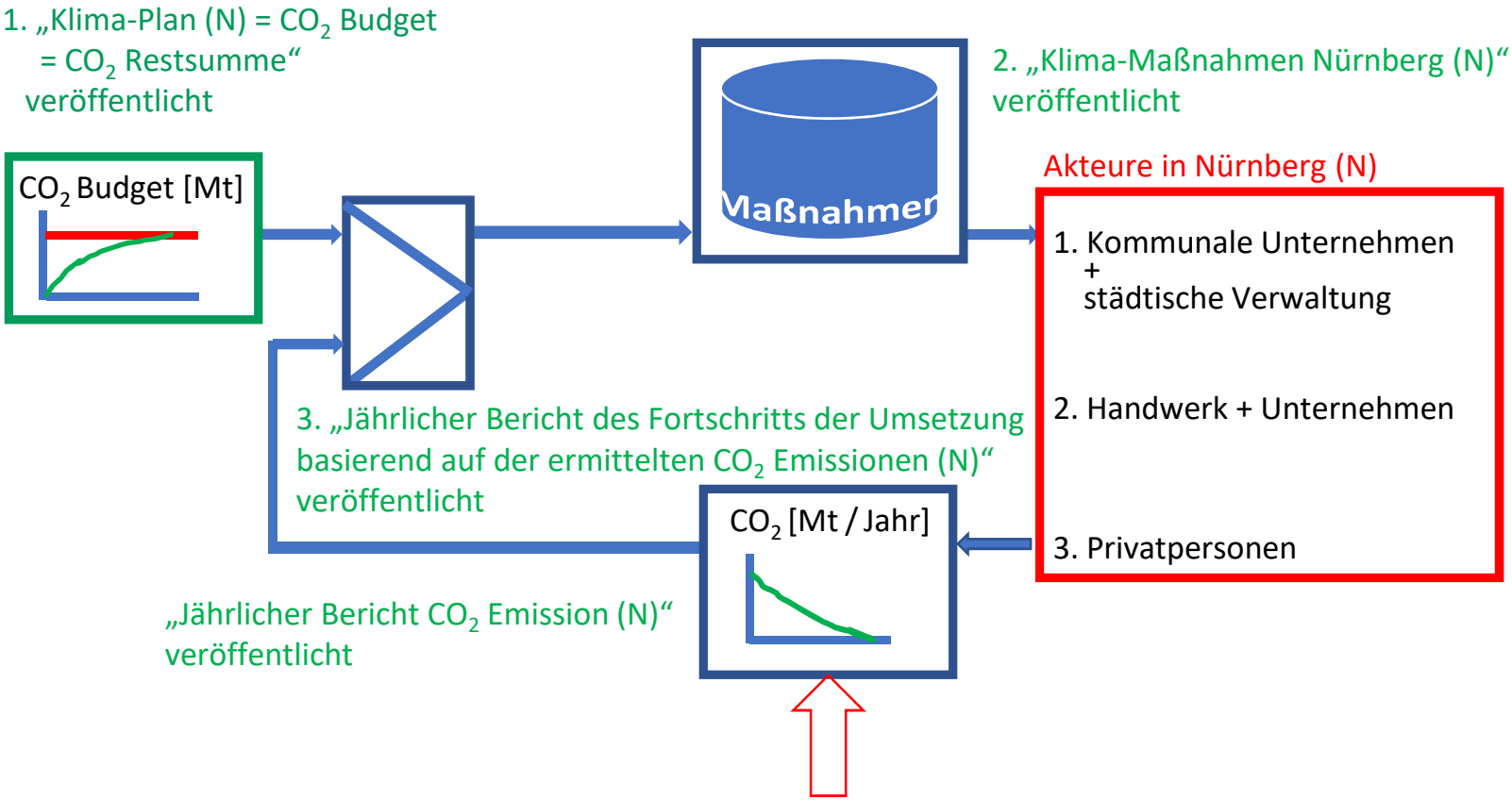
20:00 Investitionen in Anlagen, das Konjunkturprogramm

1. Windkraft- + Flächen-PV-Anlagen
2. Private Wärme (siehe Termine Grüne Eisbären)
3. Wärme aus Pegnitz und Abwasser
4. Abwärme U-Bahn
5. Waste To Gas – Anlagen (Orange Gase)

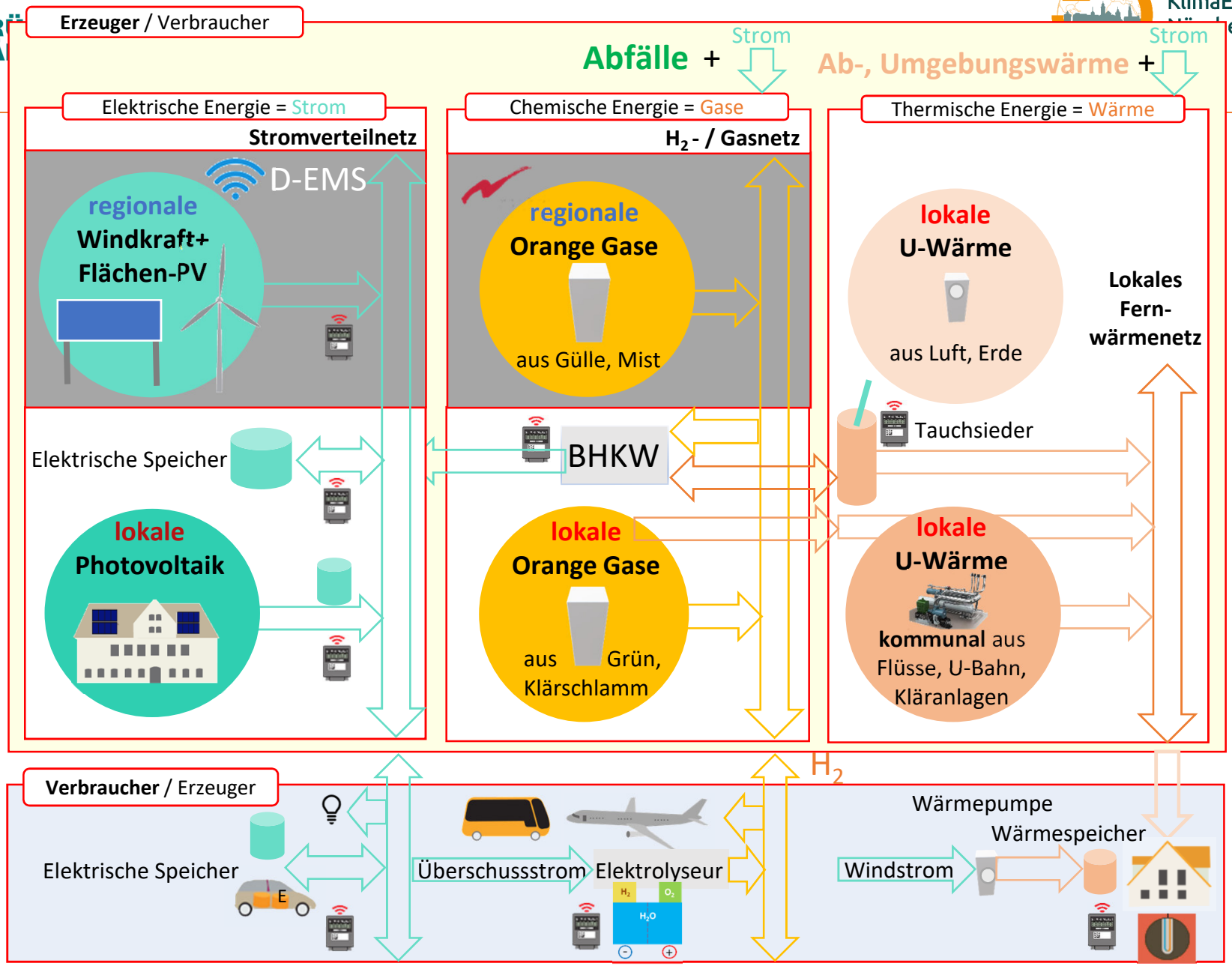
20:15 Simulation Nürnbergs Energiewende (Energiemengen, Investitionen)

20:30 Diskussion

Forderungen des KlimaEntscheid



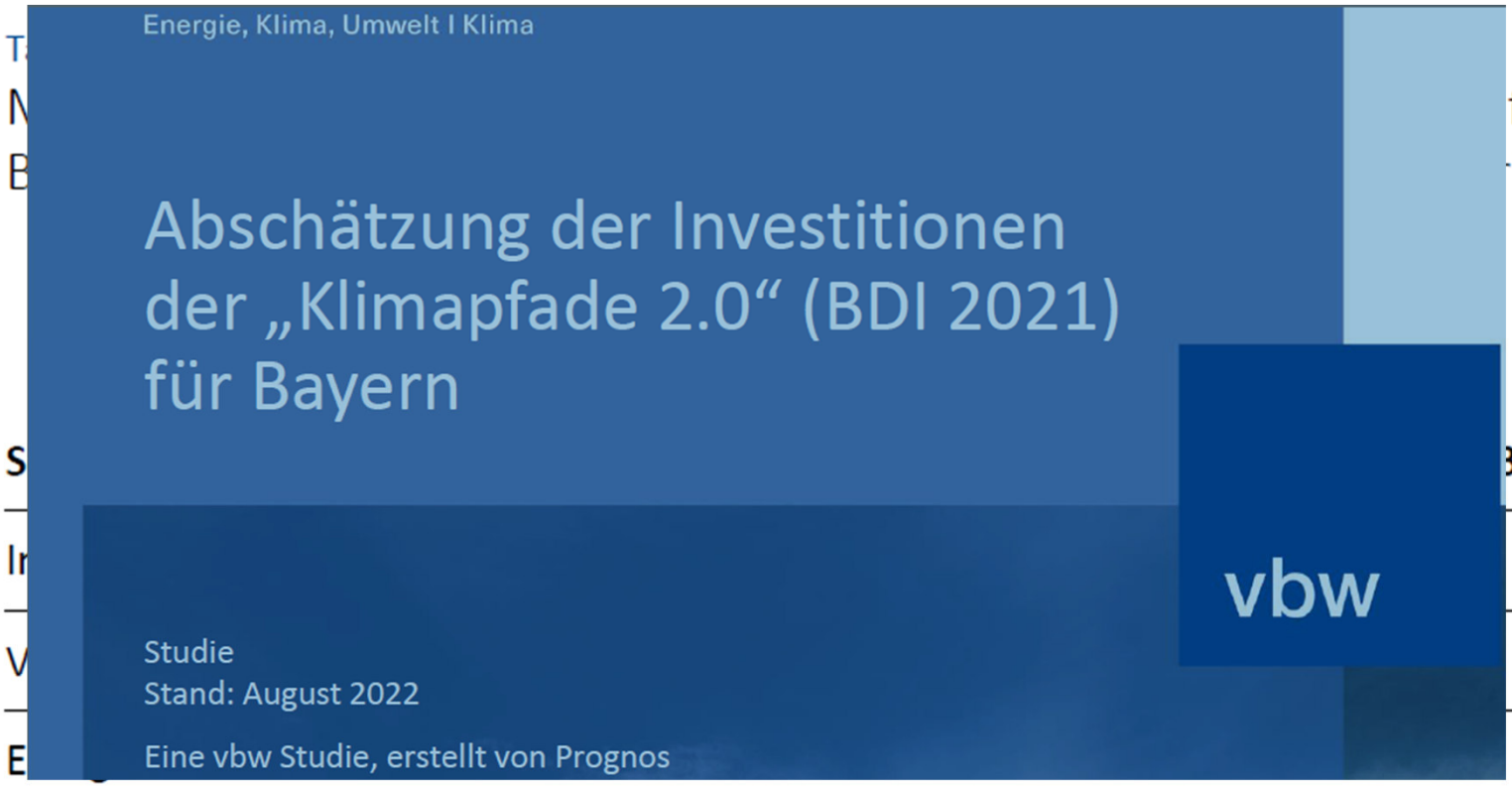
Sektorkopplung: Energien erzeugen, speichern, verbrauchen, intelligent vernetzen



1.1 Zahlen Nürnberg

Stadt Nürnberg in Zahlen	2020		
EFH, ZFH	47.688	Fläche [km²]	186
MFH	24.062	Treibhausgase 2018 [Mt/a]	3,7
Wohnungen in Gebäuden	273.000	Energieverbrauch [GWh/a]	11.264
Fahrzeuge	295.610	Einwohner Bayern [Tausend]	13.180
Einwohner [Tausend]	515	Anteil Nürnberg an Bayern [%] ca.	4

1.2.1 Investitionen



GHD und PHH	175	35,1
Summe	**860**	**166,9**
Anteil Nürnbergs ca. 4%		6,5

1.2.2 Investitionen, laufende Kosten

- **Finanzierung von Anlagen** durch
  - Bürgeranleihen für kommunale Investitionen (freiwillig)
  - Kontraktoren
    - investieren lokal, regional
    - betreiben und warten

- Kostenfreie Energieträger nutzen (Sonne, Wind, Wasser, Erde, Luft, Abfälle), keine laufenden Kosten = fast **NULL € variable Kosten**

2.1.1 PV privat und kommunal

Landesamt für Vermessung und Geoinformation

Ergebnisse in Zahlen für das Stadtgebiet Nürnberg

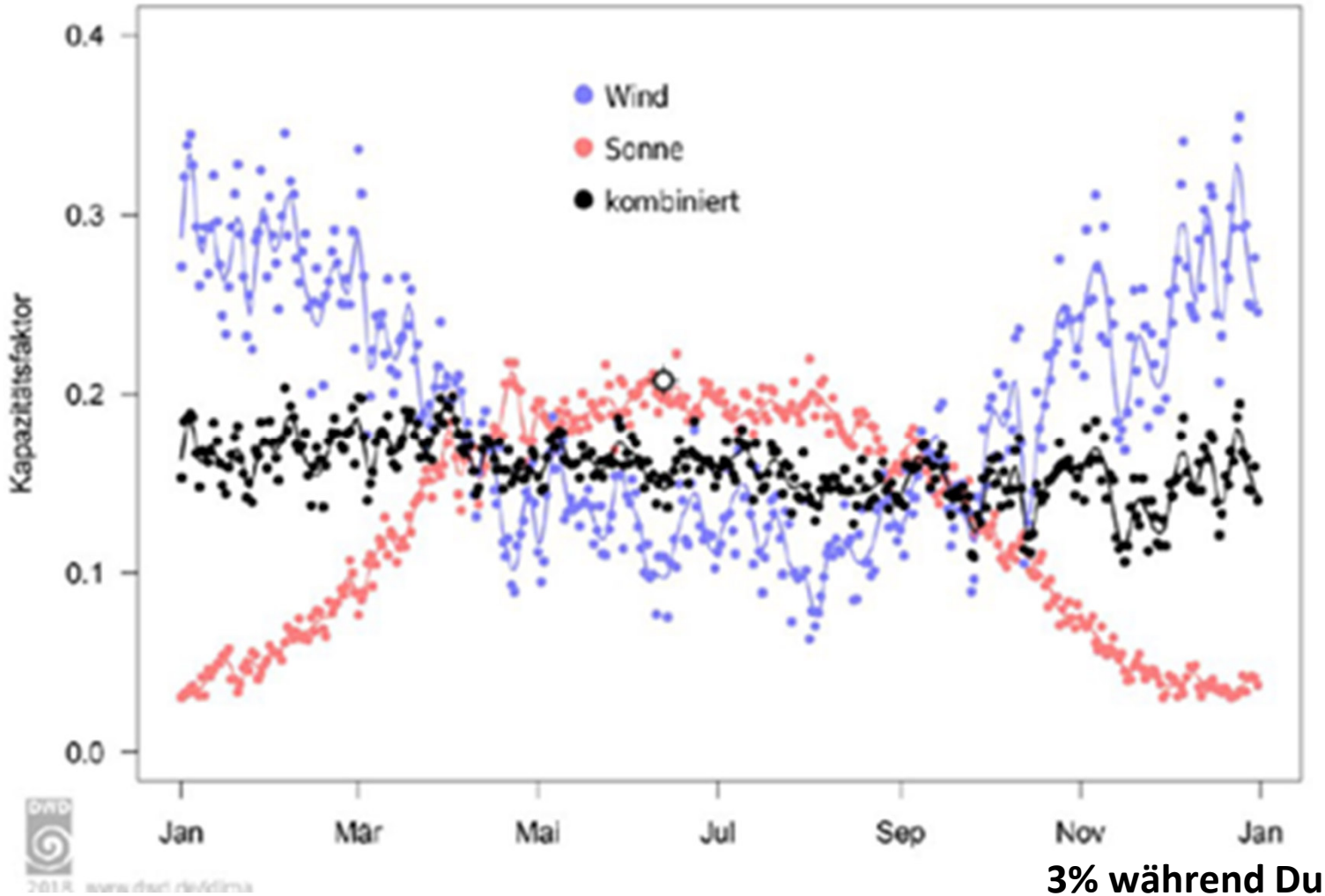
Eignung	Gesamtfläche	Anteil [%]
Bedingt (überwiegend Flachdächer über 100 m²)	819 ha	33,7 %
Gut	77 ha	3,2 %
Sehr gut	161 ha	6,6 %

Gesamtfläche aller Dachflächen ca.: 2427 ha (100%)
(100 ha = 1 km²)

Nötig:
- Speicher
- Cloud mit Windstrom

Möglich bei 53% dieser Dächer:
1/4 des zukünftigen Strombedarfs

2.1.2 Wind + Sonnen im Wechsel führen zu weniger Verteilnetzausbau

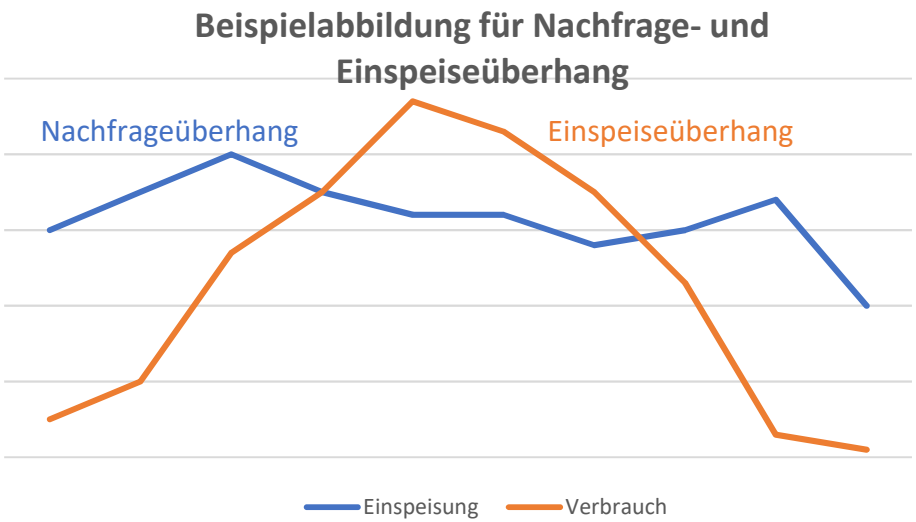


3% während Dunkelflaute

2.1.3 Smart Grid und Speicher statt überdimensioniertem Stromnetzausbau

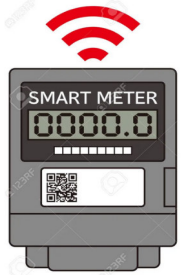
Game changer

KlimaEntscheid Nürnberg



Problem bei den Erneuerbaren Energien
Erzeugung und Verbrauch decken sich nicht

Lösung Smart Grid
ist die Summe von
Smart Meter Geräten und



Energiemanagement (EMS)-Software
auf Verteilnetzebene

Smart Grid in Funktion
Vernetzung und bedarfsgerechte, dezentrale Steuerung von Erzeugung, Speicherung, Verteilung und Verbrauch von Energieträgern. ➔ Überdimensionierter Netzausbau **<u>unnötig.</u>**

Smart-Grid fähige **Erzeuger** = Wind, PV + Energiemanagement-Software mit Wetterprognosen

Smart-Grid fähige **Speicher**

elektrische Speicher = Kurzzeit-Speicher (1 Tag), Batterien in Gebäuden, batteriegetriebene Elektrofahrzeuge (BEV)
thermische Speicher (Tage) Wasserkessel, Gebäude, Erdreich
chemische Speicher = Langzeitspeicher (Monate, Jahre) erneuerbarer Wasserstoff, Methan, Ammoniak

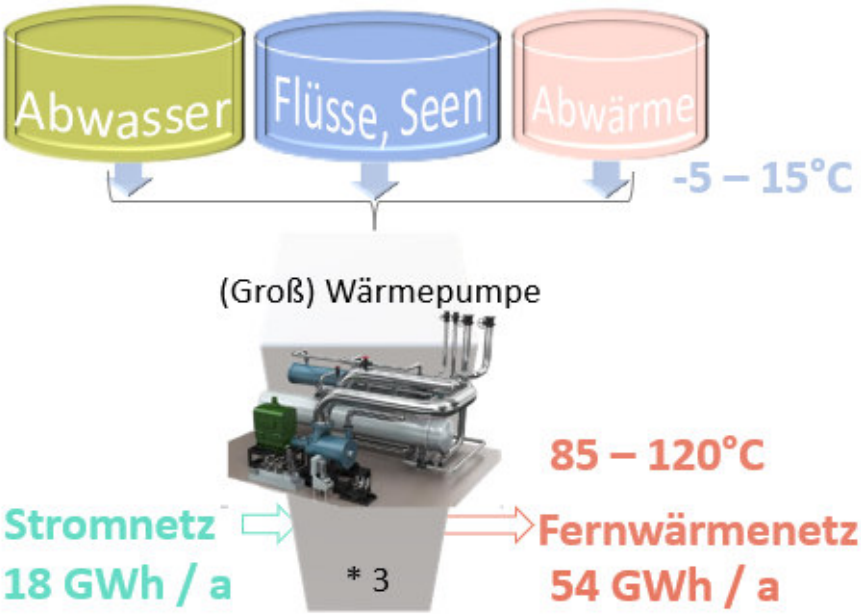
Smart-Grid fähige **Verbraucher =** Blockheizkraftwerke, Power To Gas, Power To Heat, Wärmepumpen, Heat to Power, BEV

2.2.1 BAFA Förderung

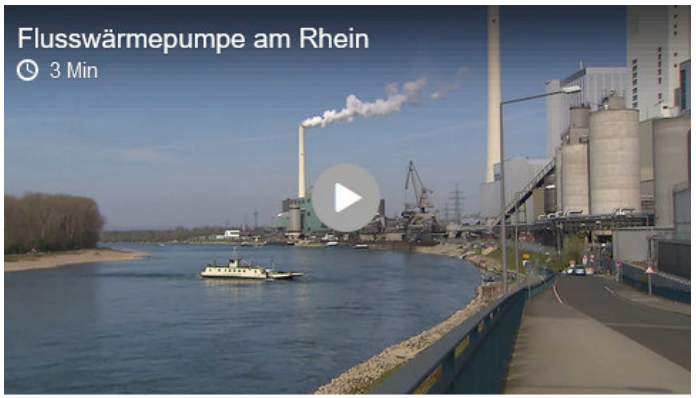
Einzelmaßnahmen Zuschuss	Förder-satz	iSFP-Bonus	Heizungs-Tausch-Bonus	Wärme-pumpen Bonus	Innova-tionsbonus Biomasse	Max. Förder-satz	Fach-planung
Solarthermie	25 %	–	–	–	–	25 %	50 %
Biomasse	10 %	–	10 %	–	5 %	25 %	50 %
Wärmepumpe	25 %	–	10 %	5 %	–	40 %	50 %

2.2.2 Kommunale Abwärme und Umgebungswärme für Fernwärme

Game changer
KlimaEntscheid Nürnberg



Umgebungswärme am Beispiel Mannheim



https://www.swr.de/wissen/so-funktioniert-eine-flusswaermepumpe-102.html

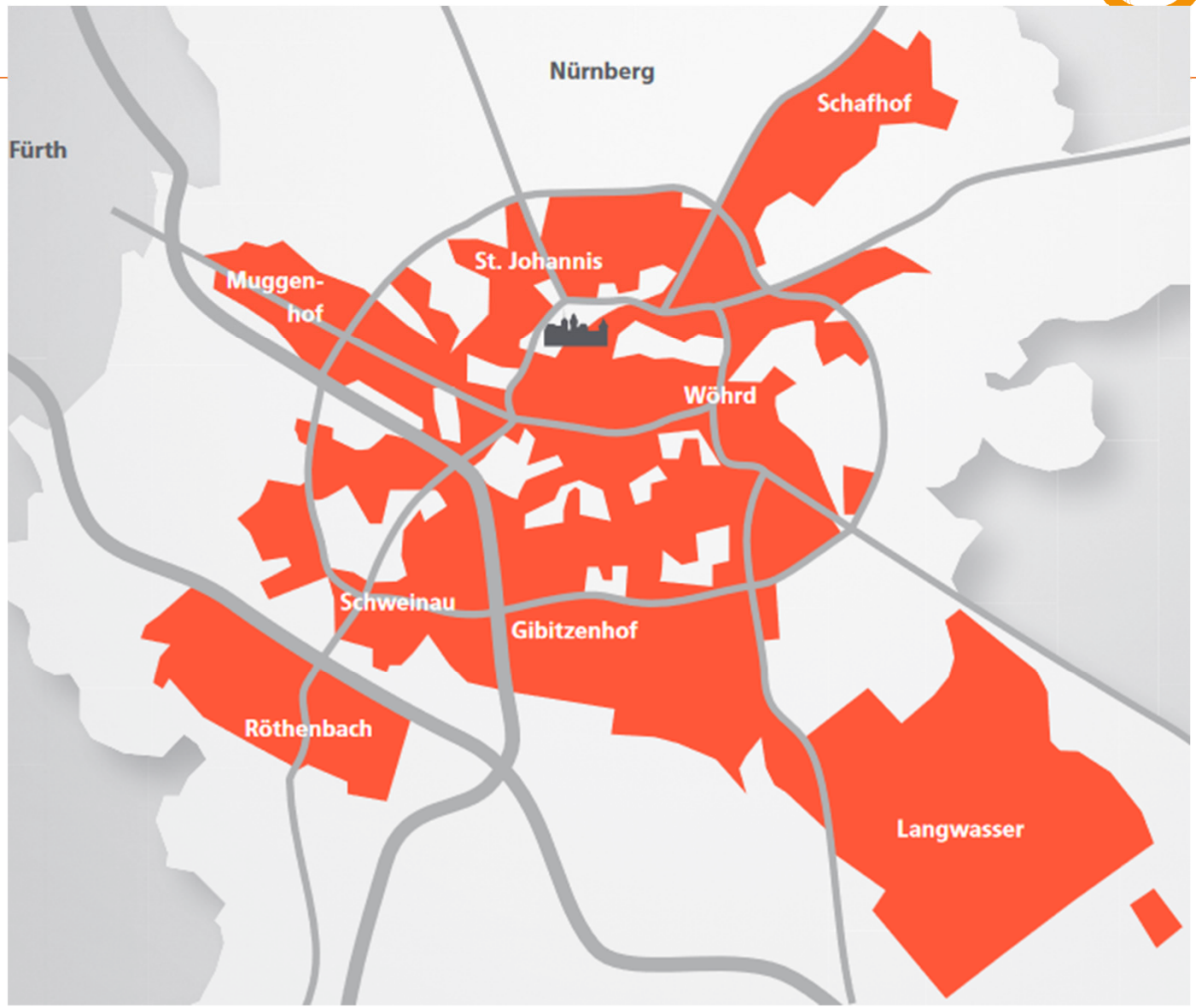
U-Bahn Abwärme
Lausanne
Wissenschaftlicher Artikel

Aus 1 Teil Windstrom werden 3 Teile Wärme!

Klärwasser heizt 100.000 Haushalte in Wien
https://gwf-wasser.de/branche/klaerwasser-heizt-kuenftig-mehr-als-100-000-haushalte-in-wien/

Wärmepumpen in Bestandsbauten, Thema der „Grünen Eisbären“

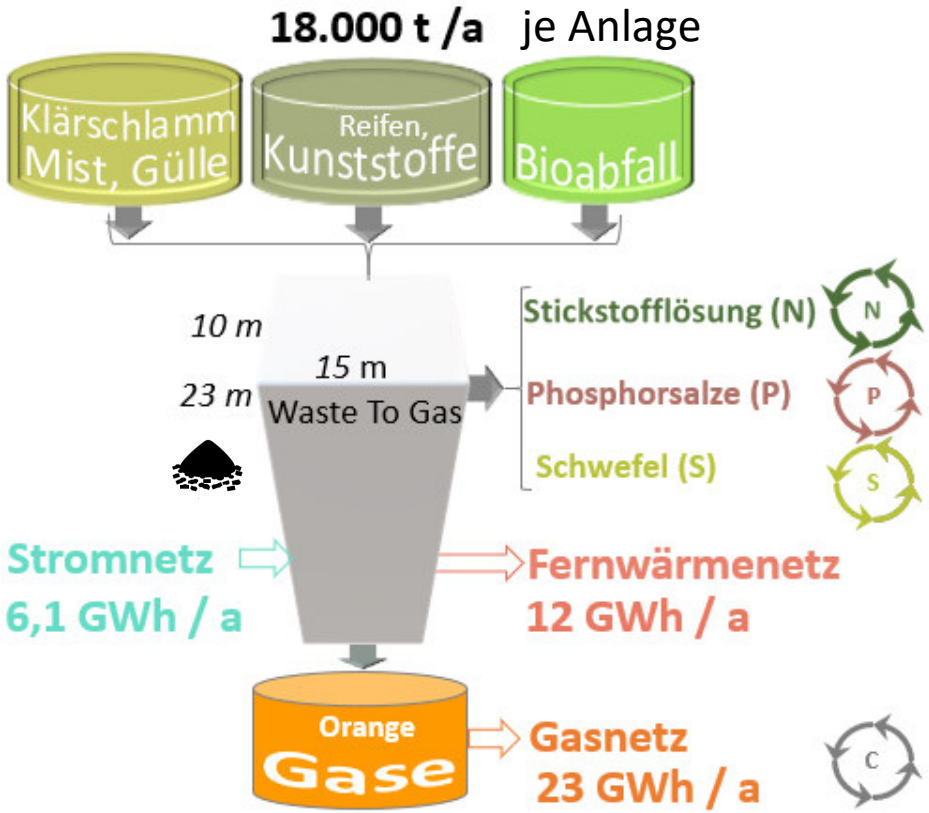
2.2.3 Fernwärme quert Pegnitz



2.3.1 Oranger Wasserstoff / oranges Methan aus Abfällen

Game changer

KlimaEntscheid Nürnberg



Beschreibung Oranger Gase = H_2 und Methan (=Gas)

- nutzt organische Abfälle wie Gülle und Kunststoffe
- reduziert Nitratbelastung durch Überdüngung mit Gülle
- enthaltene Wertstoffe N, P, S werden wiederverwendet
  z.B. Nitrat (N) ➔ Dünger,
  Stickstoff und Phosphor-Abscheidung noch in Entwicklung *
- Oranges Methan wird ins Gasnetz eingespeist (15%H_2)
- die Abwärme wird als Fernwärme genutzt
- Schlacke ev. mit Schwermetallen muss entsorgt werden

Pro Anlage ca. 2.300 Haushalte mit Gas von 10.000 kWh

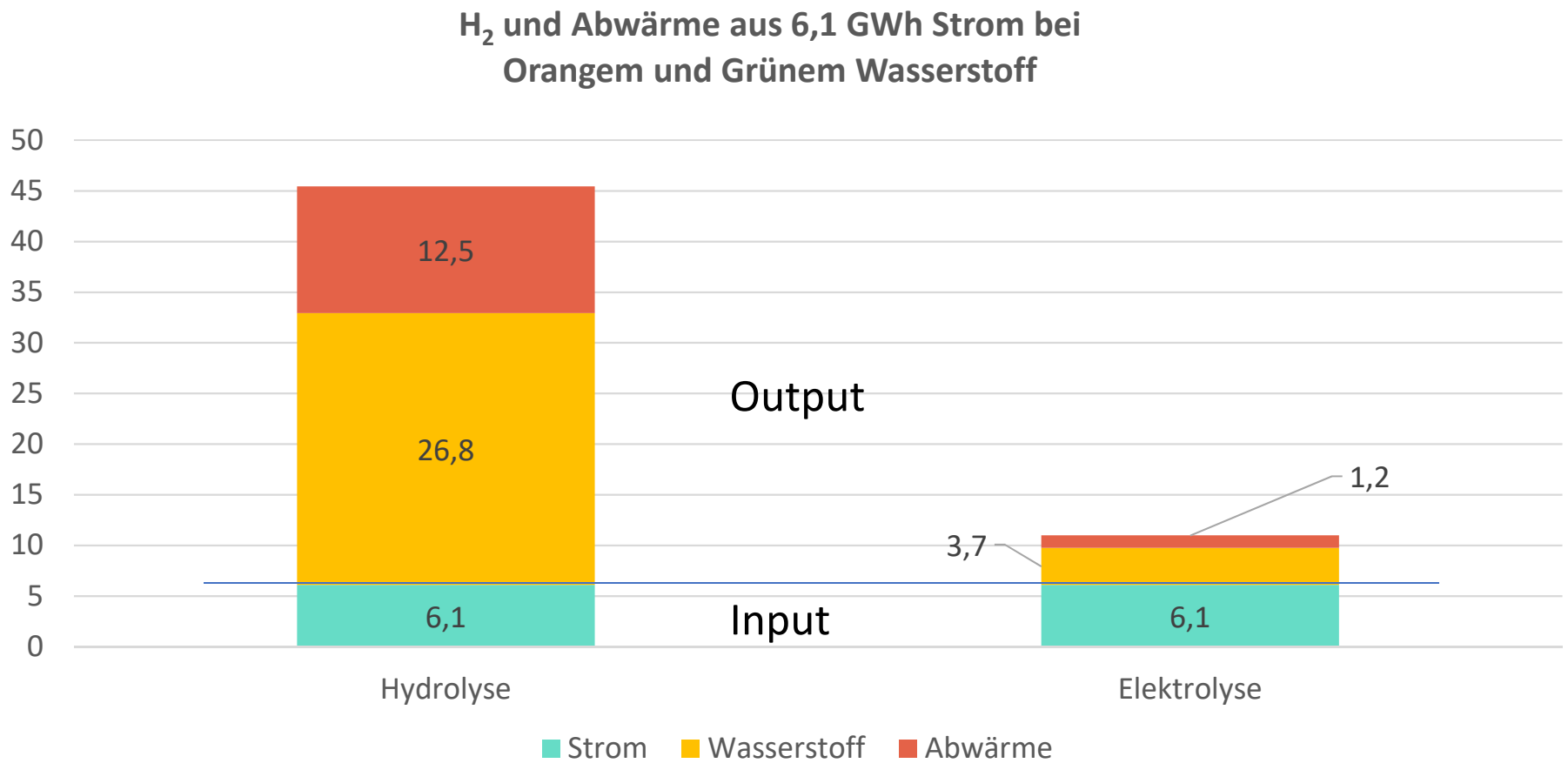
Aber Nürnberg: ca. 270.000 Haushalte

aus 1 Teil Strom werden ca. **4** Teile Gas und **2** Teile nutzbare Wärme
Stickstoff wird abgeschieden und für die Düngerproduktion genutzt

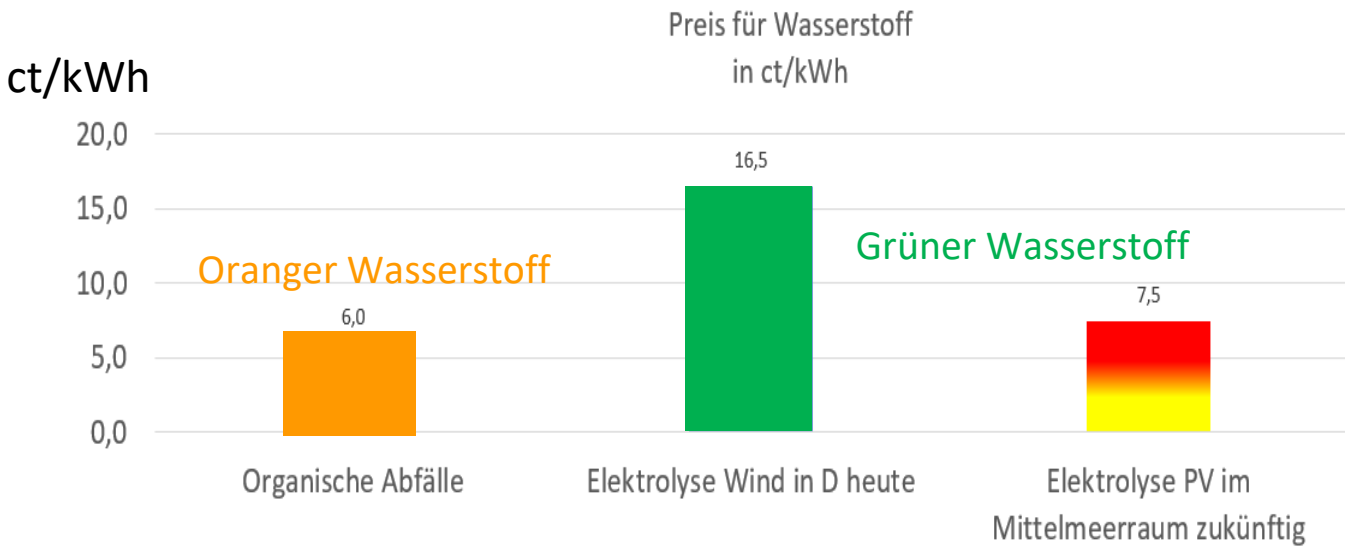
Die separierten Reststoffe wie Schwermetalle werden in der Schlacke konzentriert gebunden und verglast (1,5 % des Input-Materials).

*Angaben von blueflux AG

2.3.2 Oranger Wasserstoff um Faktoren effektiver als grüner Wasserstoff



2.3.3 Lokaler oranger Wasserstoff günstiger als grüner Wasserstoff



Überall wo Menschen, Abfälle hinterlassen und Viehhaltung betreiben

Bevorzugt an den Küsten

Mittelmeerraum, wo auch genügend Süßwasser

Eigene Darstellung nach

https://hbapp.handelsblatt.com/cmsid/26694154.html
https://www.bluefluxenergy.com/de/blueflux-h2-das-produkt

Bei Großanlagen noch günstiger

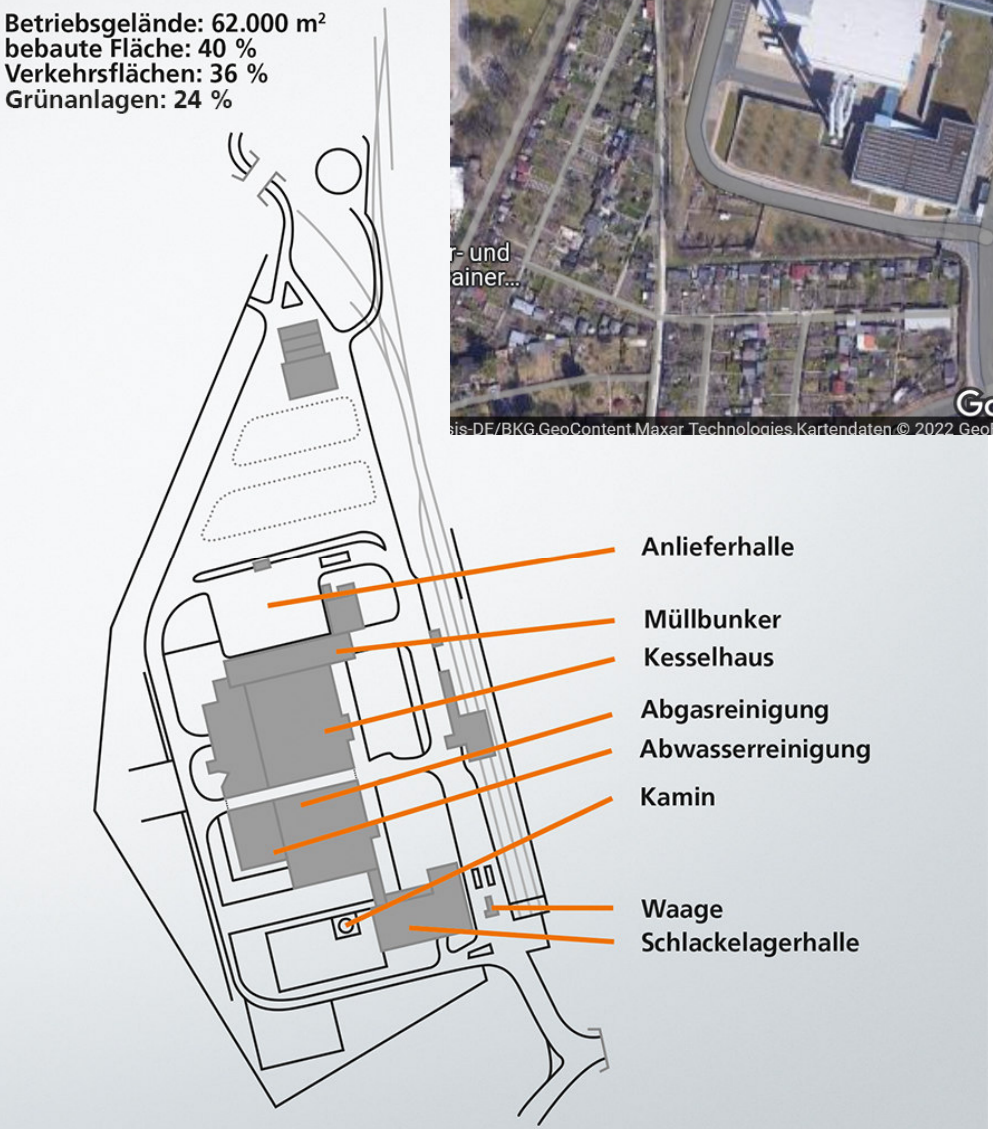
Lokale und regionale Abfallmengen für O. Gase

Was	Nürnberg [1.000 t/a]	Region [1.000 t/a]	Bayern [1.000 t/a]	Tendenz
Klärschlamm (eigen)	**17**	26,5 + ???	366	gleich
biogene Abfälle, Biotonne, Grünschnitt	**46**	??		gleich
Zitrus-, Kokosnuss-Schalen, Gär-, Lebensmittelreste (Industrie)	(5??) Lebkuchen, Bratwurst, Bier	??		gleich
CFK, Kunststoffe, Reifen (duales System)	**14**	??		weniger
Gülle / Mist (Tierhalter)	-	614		weniger
Summe **Anlagen für Nürnberg**	**77** **4,1**	**641** **30 in der Region für die Stadt**		

Risiken in der <u>zukünftigen</u> Beschaffung der Abfälle

- Kreislaufwirtschaft reduziert die Mengen des Verbundstoffe wie CFK, Kunststoffe und Reifen
- Geringerer Fleischkonsums reduziert Gülle- und Mistmenge

2.3.5 Orange Gase in Sandreuth

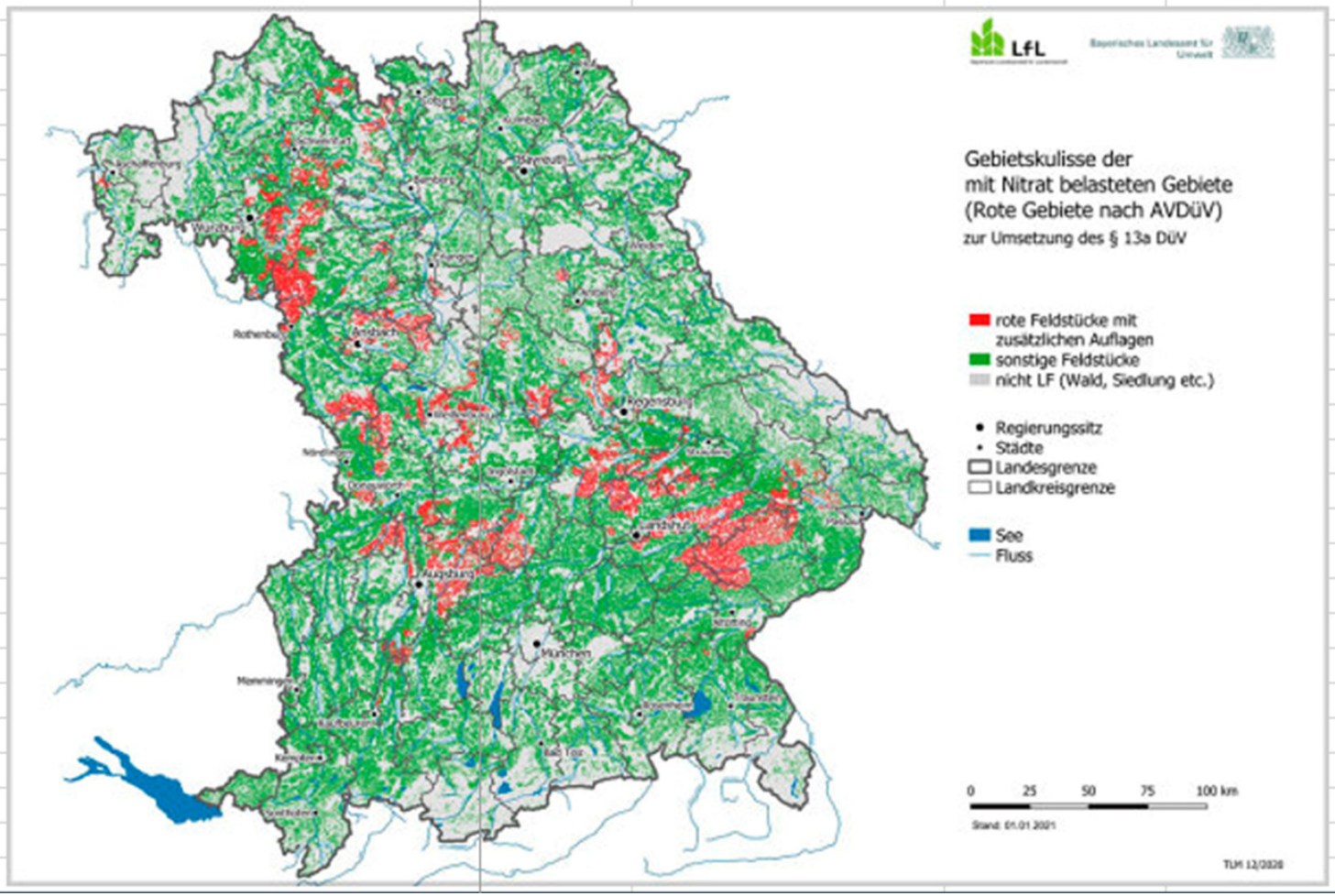


24% Grünanlagen

Abfälle in der Region	[1000 t]	Anteil Gülle N an Gülle D	Max. Anteil N an Gülle	Max verfügbar für N [10
Gülle in Deutschland	200.000			
Gülle in der Region, Tendenz sinkend	1.229	0,6%	50%	614,5
Klärschlamm in der Region von ER, Fü, Schwa	27			26,5
Nötige Gülle nötig für Nürnberg aus Region	267			**641,0**
Nötige Anlagen in der Region	**14,3**			

Nitratbelastete Gebiete in Bayern

https://www.aelf-an.bayern.de/landwirtschaft/pflanzenbau/166224/index.php



Investitionen

3. Investitionen in Anlagen

1. Windkraft- + Flächen-PV-Anlagen
2. Private Wärme (siehe Termine Grüne Eisbären)
3. Wärme aus Pegnitz und Abwasser
4. Abwärme U-Bahn
5. Waste To Gas – Anlagen in Sandreuth

3.5.2 Laufende Kosten O. Wasserstoffs

Blueflux Wasserstoff-Kosten / Jahr	Annahmen	Mio. € / Anlag	*1,00*
Entsorgung Schlacke		0,125	0,13
Abschreibung auf Jahre	20	1,08	1,08
Rücklagen für den Austausch der ???		0,1	0,10
Personal		0,1	0,10
Strom in ct/kWh im Einkauf von 6,1 MWh	8	0,488	0,49
CO2 in €/t bei H2 aus CFK, etc.	0	0,00	0,00
Wartung und Pflege in %	1	0,22	0,22
Transportkosten Entfernung [km] (0,3 € / km*t)	-45	-0,25	-0,25
Laufende Kosten / Erträge [Mio. €/a]			**2,11**

nur Anlage
ohne Infrastruktur

Laufende Erträge / Jahr	Annahmen	Menge in t	Mio. € / Anlage	*1,0*	Saldo [Mio. €], Jahre
Abwärme in ct/kW	10		1,25	1,25	
Methan in ct / kWh	0		0,00	0,00	
H2 [ct/kWh]	10	805,0	2,68	2,68	
Stickstoff (60%) in	3.000	300	0,90	0,90	
Schwefel				0,00	
Phosphor				0,00	
Verwertervergütur	20	18.660	0,37	0,37	
				5,21	3,10
Amortisation [a]					7,0

3.5.3 Laufende Kosten O. Methans

Blueflux Methan-Kosten / Jahr	Annahmen	Mio. € / Anlage	*1,00*
Entsorgung Schlacke		0,125	0,13
Abschreibung auf Jahre	20	1,21	1,21
Rücklagen für den Austausch der ???		0,1	0,10
Personal		0,1	0,10
Strom in ct/kWh im Einkauf von 6,1 MWh	8	0,488	0,49
CO2 in €/t bei H2 aus CFK, etc.	0	0	0,00
Wartung und Pflege in %	1	0,24	0,24
Transportkosten Entfernung [km] (0,3 € / km*t)	-5	-0,03	-0,03
Laufende Kosten / Erträge [Mio. €/a]			**2,24**

nur Anlage
ohne Infrastruktur

Laufende Erträge / Jahr	Annahmen	Menge t	Mio. € / Anlage	*1,0*	Saldo [Mio. €], Jahre
Abwärme in ct/kW	10		1,25	1,25	
Methan in ct/kWh	12		2,76	2,76	
H2 [ct/kWh]	10	0,0	0,00	0,00	
Stickstoff (60%) in	3.000	300	0,90	0,90	
Schwefel				0,00	
Phosphor				0,00	
Verwertervergütur	80	18.660	1,49	1,49	
				6,40	**4,16**
Amortisation [a]					5,8

Simulation

4.1 Simulation Nürnbergs Energiewende

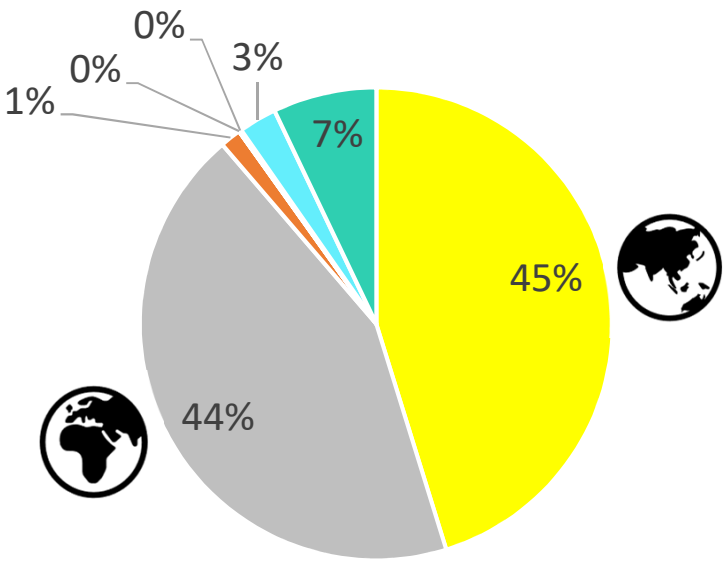
- **Parameter:**
  - Sanierungsrate von Gebäuden
  - Strom, Fernwärme, Verkehr, Wärme
  - Ganze Stadt, Kommune, private Haushalte
  - Anteile von Einzelenergieformen
    z.B. mehr / weniger Wasserstoff im Verkehr
  - Einsparungsrate
  - Energiepreise (Verkaufspreis, Herstellkosten)
- **Grenzen der Verfügbarkeit:**
  - Fläche der Dächer in der Stadt
  - Menge der kommunalen Abwärme
  - Menge der Abfälle in Stadt und Region
- **Berechnung der Anzahl der Anlagen:**
  - Freiflächen-PV
  - Wind
  - Wärmeversorgung
  - W2G (Orange Gase) Region und Stadt
- **Ergebnisse:**
  - Höhe der Energieeinsparung
  - Reduktion der Klimagase
  - Höhe der Investitionen

Ziele:

1. 3% Dunkelflaute abdecken
2. Fernwärme konstant halten
3. W2G-Abwärme für Fernwärme nutzen
4. Hohe Effizienz

4.2 Energiequellen ganz N aktuell

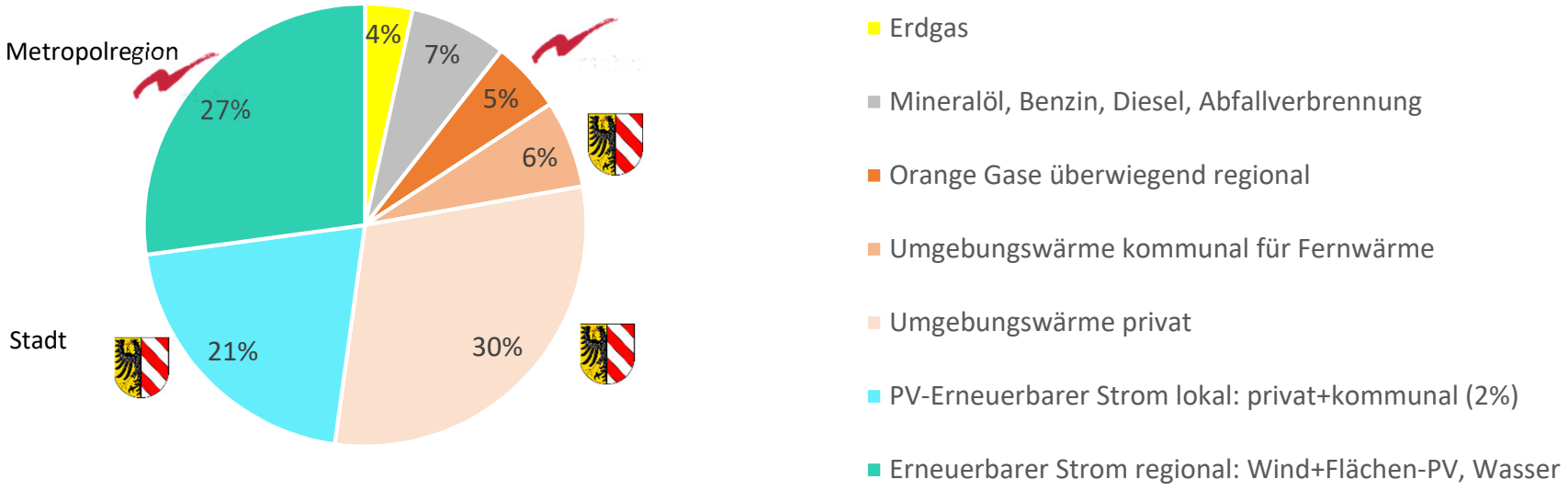
Energiequellen des aktuellen (2020) Energieverbrauchs in Nürnberg für Wärme, Strom (Strommix in D), Verkehr und Fernwärme



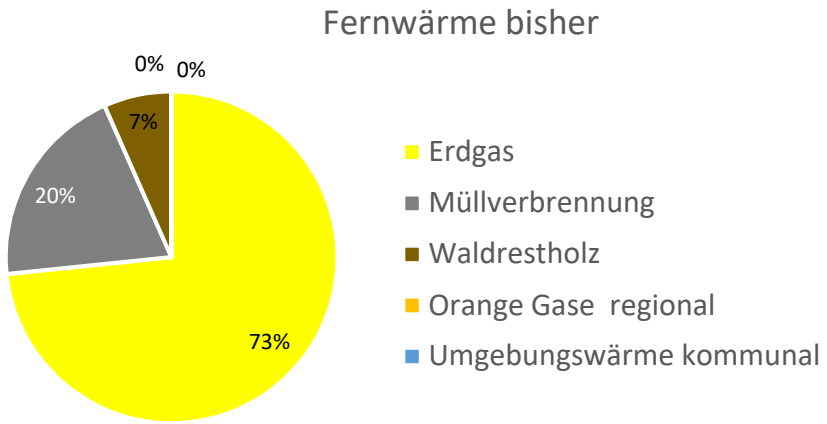
- Erdgas
- Mineralöl, Benzin, Diesel, Abfallverbrennung
- Orange Gase überwiegend regional
- Umgebungswärme kommunal für Fernwärme
- Umgebungswärme privat
- PV-Erneuerbarer Strom lokal: privat+kommunal (2%)

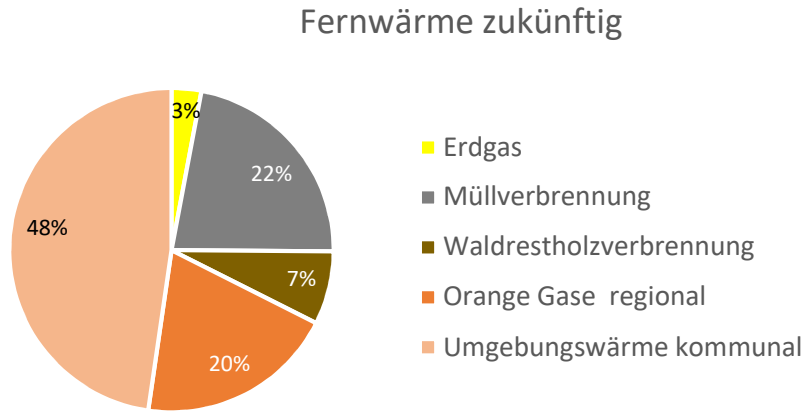
4.3 Energiequellen zukünftig, Einsparungen

Energiequellen des zukünftigen geschätzten Energieverbrauchs in Nürnberg für Wärme, Strom (Strommix in D), Verkehr und Fernwärme nach Einsparungen



4.4 Fernwärme bisher und zukünftig





Info(at)energy-platform.de