

LASERZENTRUM

HM



**Wie viele Erneuerbare Energien
braucht Oberhaching?
(oder eine andere Münchner-Umland-Gemeinde)**

**Prof. Dr. Heinz P. Huber,
Fakultät für Angewandte Wissenschaften und Mechatronik
Hochschule München**

18 Januar 2021, Grüner Salon, Oberhaching

- **CO₂-Emission international und national**
- **CO₂ entsteht durch Energie-Erzeugung**
- **Wie setzen sich die CO₂-Emissionen zusammen?**
- **Primärenergie- und Stromverbrauch**
- **Oberhachinger Strom- und Wärmeverbrauch**
- **Welche Energiemenge können wir aus Erneuerbaren Energien gewinnen?**
- **Wie viel Erneuerbare Energie braucht Oberhaching für lokale Strom und Wärme**
- **Fazit: Oberhaching kann viel Geld mit Erneuerbaren verdienen!**

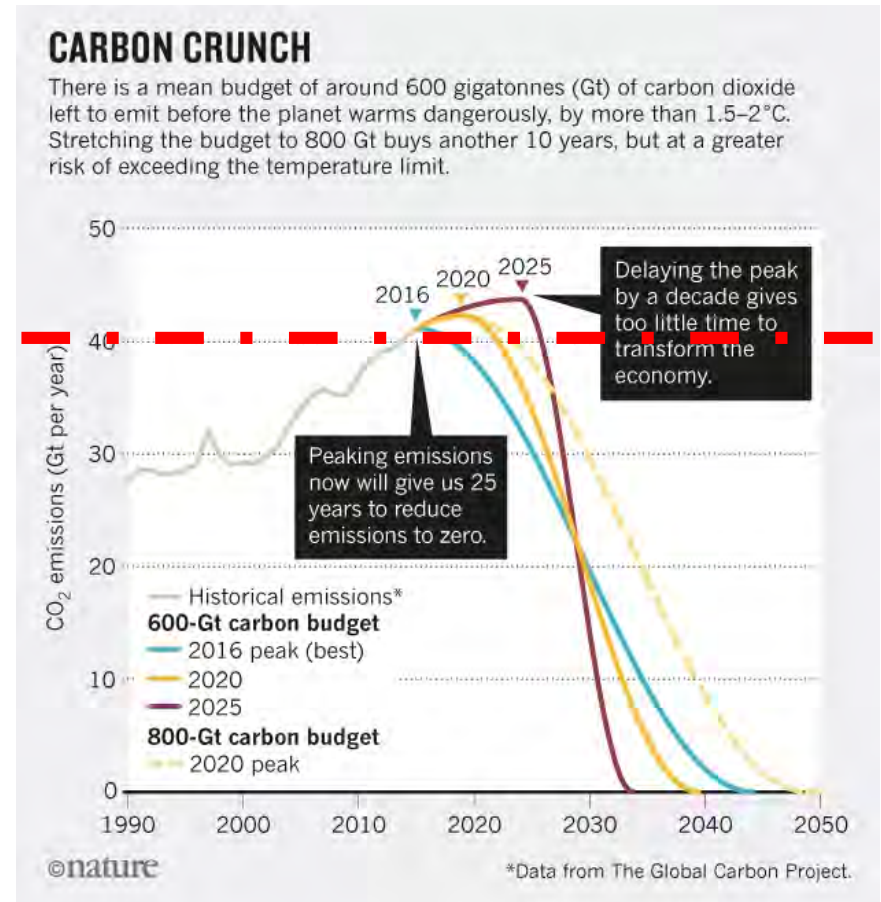
- **Alle Menschen
→ 40 Gigatonnen pro Jahr
= 40 Milliarden Tonnen pro Jahr
(s. rote Linie)**

→ **Problem mit großen Zahlen** ☹️

- **Lösung durch Rückrechnung auf eine Person:
Es gibt 8 Milliarden Menschen auf der Erde**

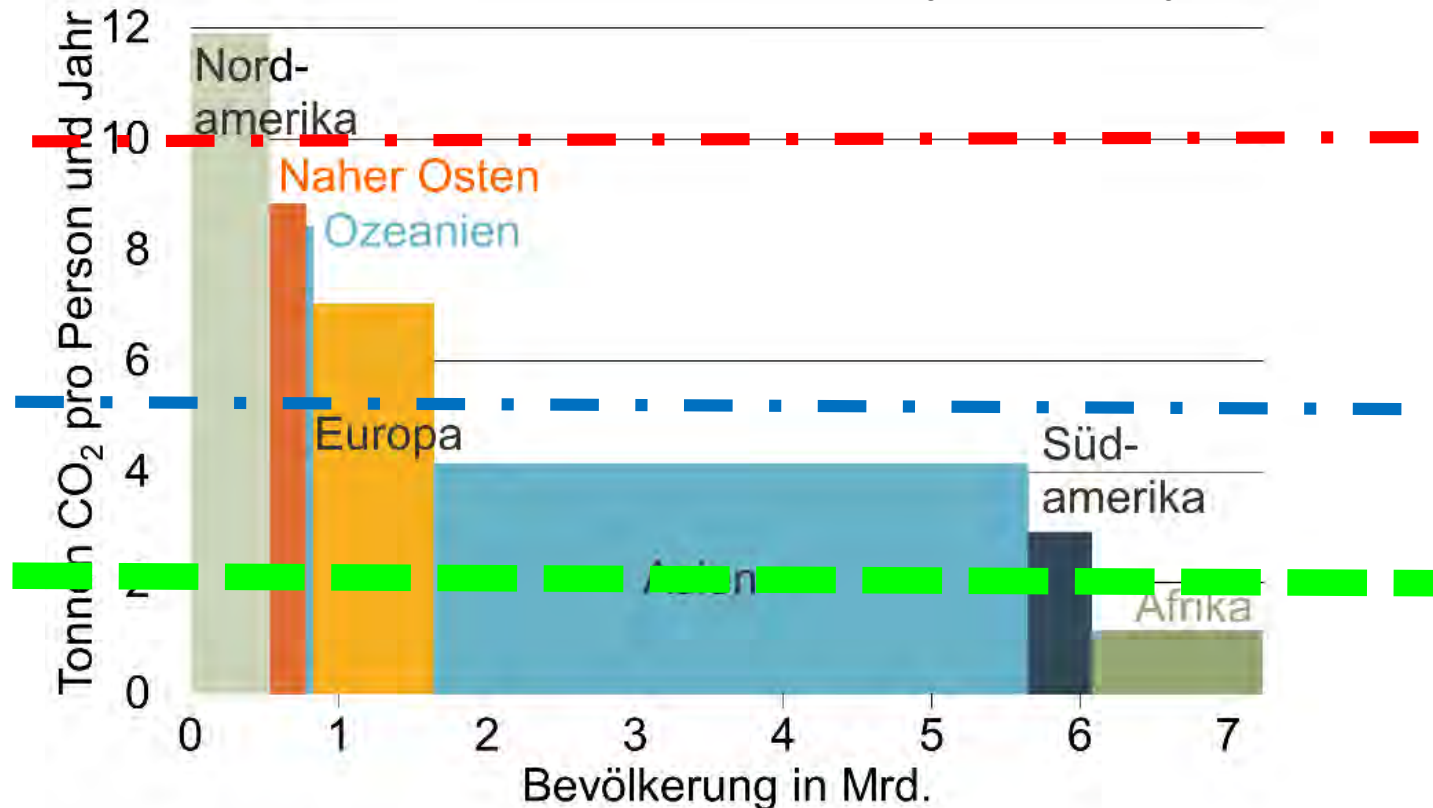
- **40 Milliarden Tonnen / 8 Milliarden = 5 Tonnen CO₂ pro Person und pro Jahr**

→ **Eine Zahl, die man sich vorstellen kann.** 😊



Christiana Figueres u. a.: Three years to safeguard our climate. Nature. 546 (2017) 593, doi:10.1038/546593a

Holler, Gaukel, Erneuerbare Energien, UIT Cambridge, 2019

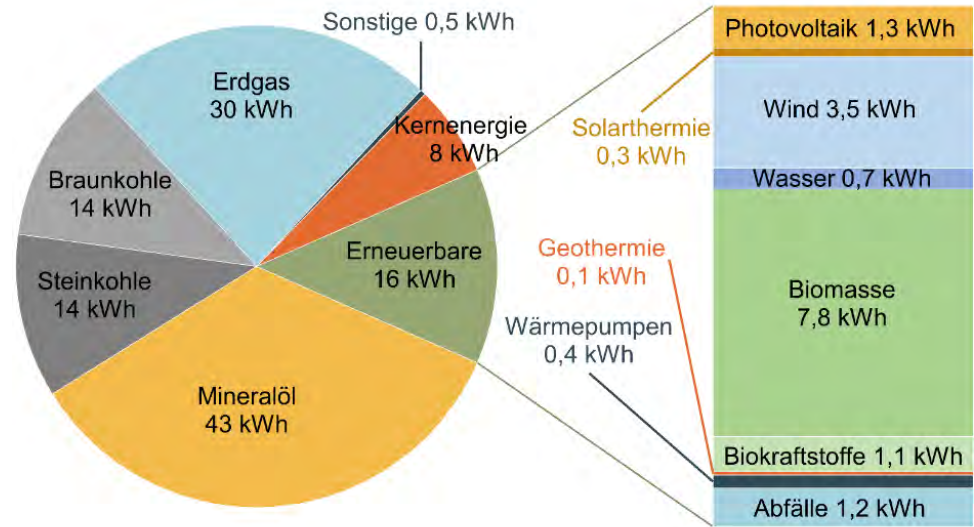


- Deutschland 10 Tonnen pro Jahr pro Person (rote Linie)
- Weltweiter Schnitt ca. 5 Tonnen CO₂ pro Jahr pro Person (blaue Linie)
- Ziel für Klimaneutralität sind ca. 2 Tonnen CO₂ pro Jahr pro Person (grüne Linie) bis 2050

Warum entsteht CO₂ durch Energieerzeugung?

- **Prozentuale Zusammensetzung DE:**

- Öl 34%
- Gas 24%
- Kohle 22%
- Atomkraft 6%
- **Erneuerbare Energie 13%**



Summe 125 kWh p.p. p.a., DE, aus Holler, Gaukel, Erneuerbare Energien, UIT Cambridge, 2019

- **Energie wird zu 81% überwiegend aus der Verbrennung von fossilen Energieträgern gewonnen**

- **Hier sind wieder große Zahlen auf gewohnten Einheiten zurück gerechnet**
- **125 kWh p.P. pro Tag**
 - 46.000 kWh pro Person p.a.
 - 5300 W Dauerleistung = 5 Föns = 53 Radfahrer !!!

➤ **Jetzt versteht man, dass Energie aktuell über Verbrennung von Öl, Kohle und Gas erzeugt wird und dadurch CO₂ entsteht!**

Was können wir **vor Ort** und national / internat. tun?

Dekarbonisierung durch **Grünen Wasserstoff** & Kreislaufwirtschaft (z.B. Obsoleszenz)

→ National / Internat.

Grüner Strom

Geothermie für Heizung

→ **Für Einzelne und Kommunen**

Industrie / Gewerbe / Konsum

Stahlindustrie ~10%

Chemische Industrie ~10%

Zement/Ziegel ~10%

Landwirtschaft ~10%

Restl. Konsum ~5%

Transport 10%

Individual-Verkehr 20%

Heizung / Strom privat 25%

Industrie,
Gewerbe
etc.

45 %

Transport

10 %

Verkehr

20 %

Heizung

20 %

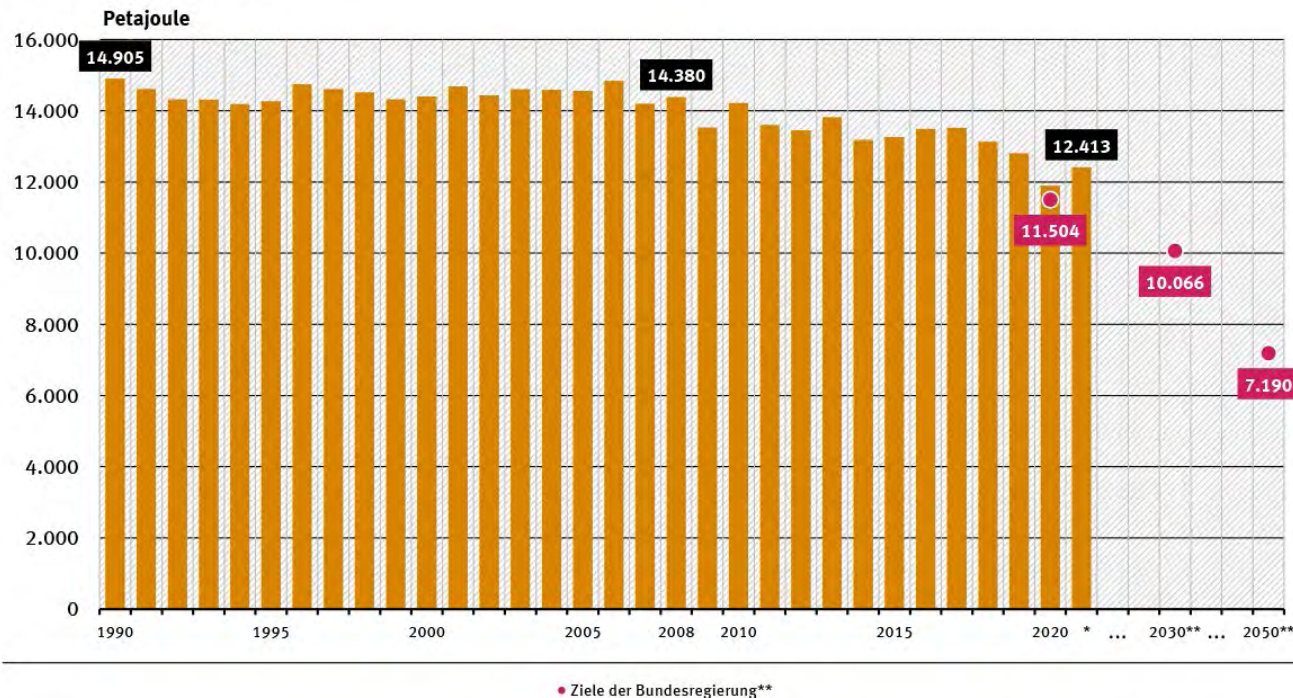
Strom privat

5 %

Aufschlüsselung Primärenergieverbrauch Deutschland

Holler, Gaukel, Erneuerbare Energien, UIT Cambridge, 2019

Primärenergieverbrauch



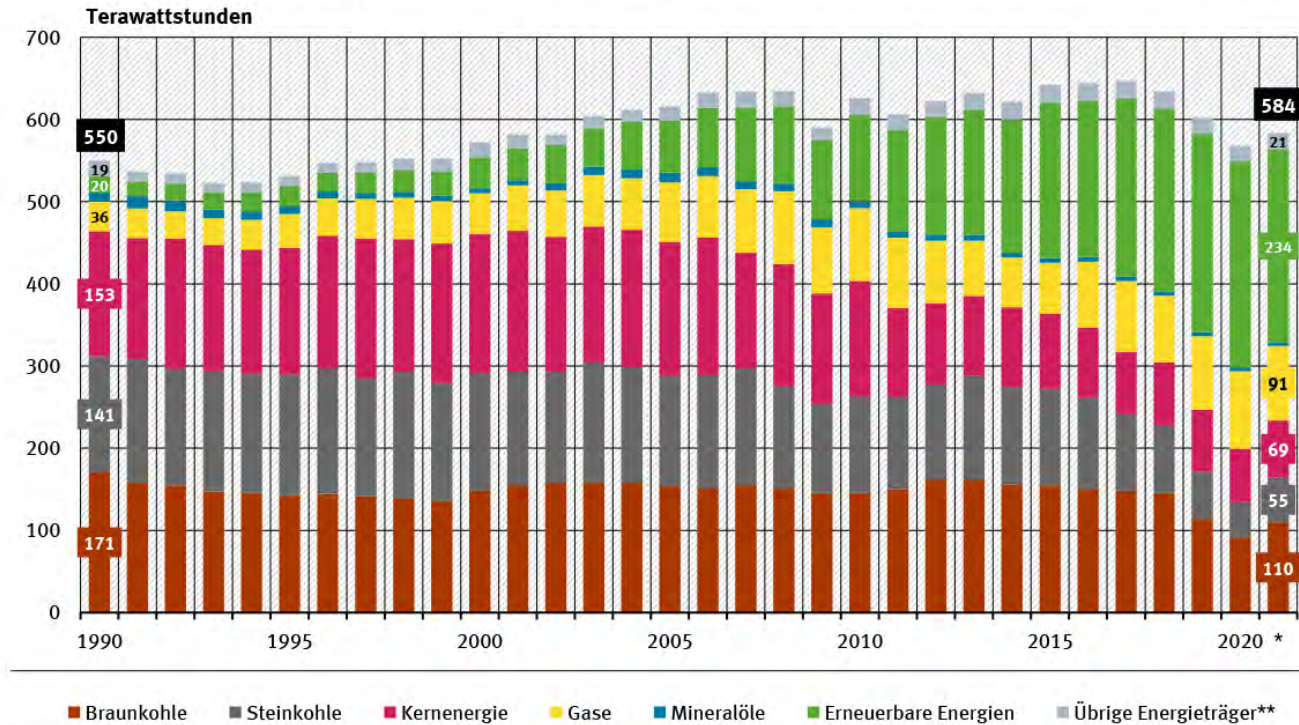
* vorläufige Angaben

** Ziele des Energiekonzeptes und der Energieeffizienzstrategie 2050 der Bundesregierung: Senkung des Primärenergieverbrauchs bis 2020 um 20 %, bis 2030 um 30 % und bis 2050 um 50 % (Basisjahr 2008)

Quelle: Umweltbundesamt auf Basis AG Energiebilanzen (AGEB), Auswertungstabellen zur Energiebilanz, Stand 09/2022

- 80 Millionen Menschen in DE verbrauchen 12.000 PJ Primärenergie pro Jahr
→ **ca. 42.000 kWh** Energie pro Einwohner pro Jahr
(12.000 PJ / 80 Millionen / 3.6 MJ in kWh)
- Quelle: Umweltbundesamt auf Basis Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Stand 09/22

Bruttostromerzeugung nach Energieträgern



* vorläufige Angaben

** Ohne Pumpstromerzeugung aus Pumpspeichern ohne natürliche Zuflüsse

Quelle: Umweltbundesamt auf Basis Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energien Statistik (AGEE-Stat, erneuerbare Energieträger) bzw. AG Energiebilanzen, Tabelle Stromerzeugung nach Energieträgern, Stand 09 / 2022

- **80 Millionen Menschen in DE verbrauchen 550 TWh Strom pro Jahr**
- **ca. 7000 kWh Strom pro Einwohner pro Jahr (ca. 1/6 der Primärenergie, aber sorgt für ca. 30% der CO₂-Emissionen)**
- Quelle: Umweltbundesamt auf Basis Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Stand 09/22, hier Erzeugung von 584 TWh

Anteil erneuerbarer Stromerzeugung

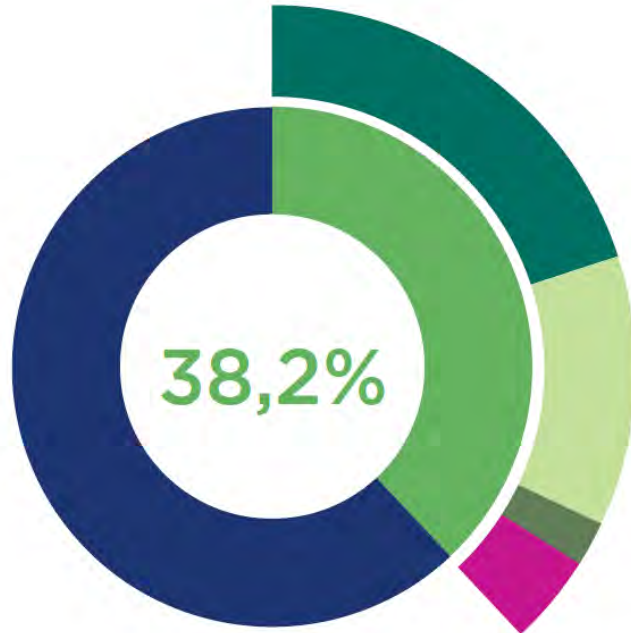


Gesamter Stromverbrauch
45.034 MWh

| | | |
|--------------------------------------|-------------------|--------------|
| Strom gesamt | 45.034 MWh | 100% |
| Biomasse | 7,3 | 0,02% |
| Geothermie / Laufzorn | 18.275 | 43% |
| Wasserkraft | 2.152 | 5,0% |
| Photovoltaik | 4.770 | 11,2% |
| Erneuerbarer Strom gesamt | 25.204 | 59,0% |

- **13.000 OberhachingerInnen verbrauchen 45 GWh Strom pro Jahr**
 - **ca. 3500 kWh Strom pro Einwohner pro Jahr (ca. 1/2 von Ø DE)**
- **Durchschnittsdeutscher verbraucht 2x so viel wie OberhachingerIn**
- **Quelle: Treibhausgasbericht LKR München, 2020, Daten aus 2018**

Anteil erneuerbarer Wärmeerzeugung



Gesamter Stromverbrauch
144.237 MWh

| | | |
|-----------------------------|--------------------|--------------|
| Wärme gesamt | 144.237 MWh | 100% |
| Fernwärme | 28.802 | 20% |
| Biomasse | 18.219 | 13% |
| Solarthermie | 2.582 | 2% |
| Wärmepumpe | 5.418 | 4% |
| Erneuerb. Wärme ges. | 55.020 | 40,0% |

- **13.000 OberhachingerInnen verbrauchen 145 GWh Wärme pro Jahr**

→ **ca. 11.000 kWh Wärme pro Einwohner pro Jahr (ca. 1100 l Heizöl p.p p.a.)**

- **Quelle: Treibhausgasbericht LKR München, 2020, Daten aus 2018**

- **1 Windkraftanlage liefert ca. 10 GWh Strom pro Jahr**
(Rechnung: $4 \text{ MW} \times 2500 \text{ h} = 10 \text{ GWh}$)



- **1 Hektar Freiflächen PV liefert ca. 1 GWh Strom pro Jahr**
(Rechnung: $10.000 \text{ m}^2 \times 100 \text{ Wp/m}^2 \times 1000 \text{ h} = 1 \text{ Milliarde Wh} = 1 \text{ GWh}$)



- **100 Dächer mit jeweils 50 m² PV liefern ca. 1 GWh Strom pro Jahr**
(Rechnung: $5.000 \text{ m}^2 \times 200 \text{ Wp/m}^2 \times 1000 \text{ h} = 1 \text{ Milliarde Wh} = 1 \text{ GWh}$)



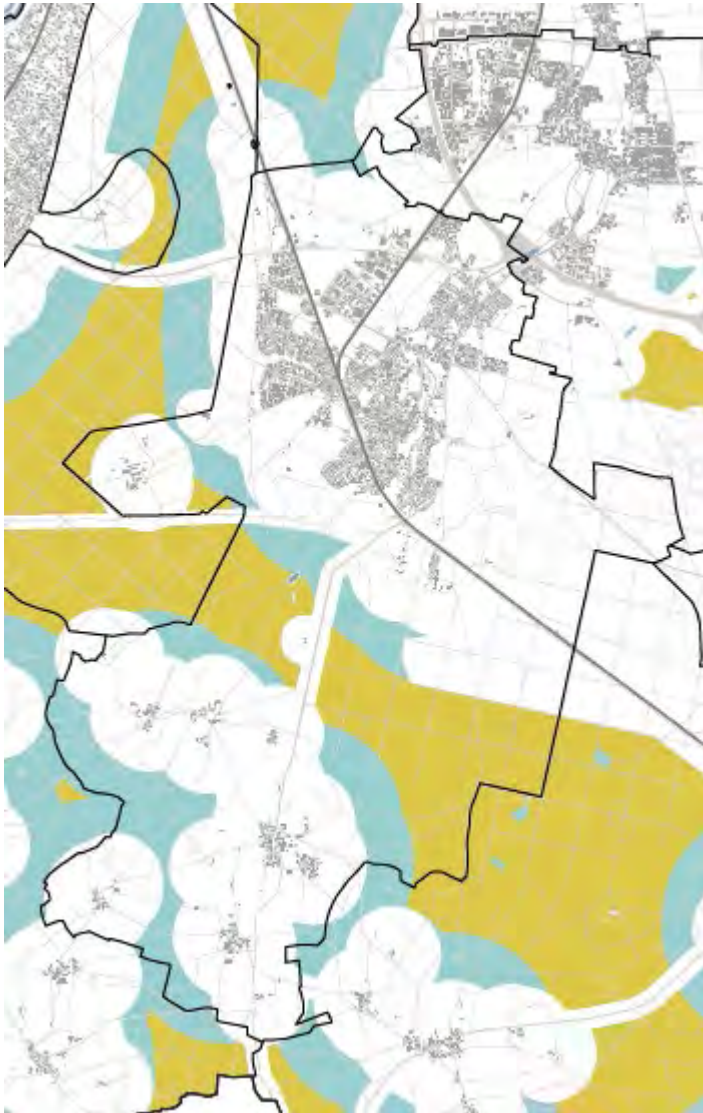
- **Beispiel: Geothermie Grünwald / Laufzorn liefert ca. 18 GWh Strom pro Jahr (Rechnung: $4,3 \text{ MW} \times 4200 \text{ h} = 18 \text{ GWh}$)**
- **Organic Rankine Cycle (ORC) – Verfahren mit Isobutan und einer elektrischen Leistung von 4,3 MWel**
- **Wirkungsgrad ca. 10% → ca. 40 MW thermische Leistung notwendig**
- **Reinjektionstemperatur ca. 50 °C → Abwärme kann kaum mehr für Fernwärme genutzt werden**



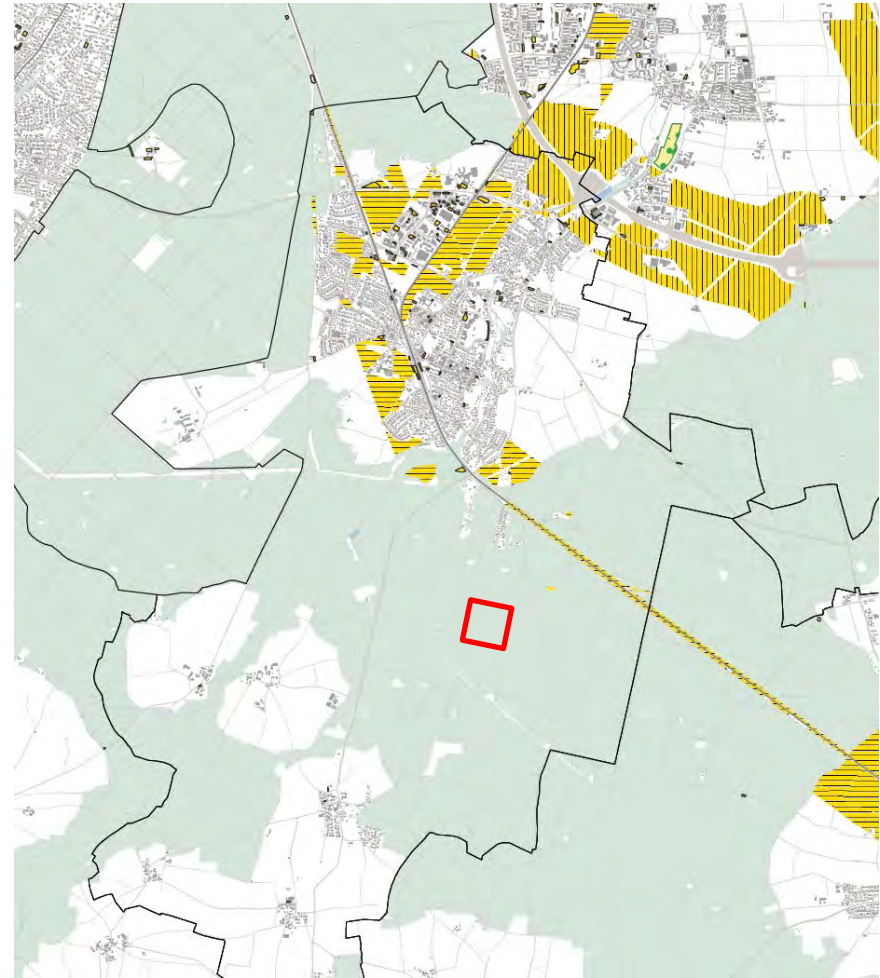
Wie viel Photovoltaik und Windkraft braucht Oha?

- zur Deckung des lokalen Stromverbrauchs von 45 GWh p.a. → in Zukunft ca. 60 GWh
 - **Vorschlag: 1/3 Wind, 1/3 FF PV, 1/3 Dach PV**
 - 2 Windkraftanlage liefern ca. 20 GWh p.a.
 - 20 ha Freiflächen-PV liefert ca. 20 GWh p.a.
 - 2000 Dächer (von 3500 in Oha) mit jeweils 50 m² PV liefern ca. 20 GWh p.a.
- Insgesamt 60 GWh p.a.
- Wildpoldsried und Pfaffenhofen erreichen hohe Akzeptanz durch Bürgerbeteiligung





Novelle Windenergie Potentialflächen im LKR München



Rotes Quadrat entspricht ca. 20 ha Fläche

Novelle EEG Kulisse für Freiflächen-PV im LKR München

- **Energiebedarf WW oder DE oder Gemeinde sind große Zahlen, deswegen Umrechnung auf pro Person und Jahr in kWh**
- **Primärenergie-Bedarf 2021 DE 42.000 kWh pro Person pro Jahr**
 - entspricht ca. 4200 l Heizöl
 - Emission ca. 10 Tonnen CO₂ , Strom ca. 3 Tonnen CO₂ !
- **Strom-Bedarf 2021**
 - Grob 1/6 von Primärenergie in DE → 7000 kWh Strom pro Jahr pro Person in DE
 - Strombedarf Oberhaching → 3500 kWh pro Jahr pro Person in Oha
- **Um den Kirchturm ist der Anfang ... bis 2030/35 für lokale Klimaneutralität**
 - ...z.B. 20 ha PV, 2000 Dächer PV und 2 Windräder
 - ...und Wärmeversorgung durch Geothermie und Wärmepumpen
- **Und danach müssen Industrie / Konsum de-karbonisiert werden → national und international → Solarer Wasserstoff**
- **Und nicht zuletzt ... Wirtschaftlichkeit 2022**
 - 1 ha Freiflächen PV: 1 Million Euro Investition → 250.000 Euro Ertrag
 - 1 Windrad: 5 Millionen Investition → 2,5 Millionen Ertrag
 - Große Chance Gewinne in der Gemeinde zu erwirtschaften