energy consulting
CHRISTIAN MEYER

Dipl. Ing. (FH) Christian Meyer
Tel: 07665/ 942324-0
info@energy-consulting-meyer.de

© EnergyConsulting Meyer

# Windenergietage 2021

# Windenergie: Chancen in der Energiewirtschaft

# Kombination: Wind+ PV + Kraftwärmekopplung (KWK)

# Agenda

1. Vorstellung Energy Consulting Meyer
2. Zukunft der Windenergie / 100% Erneuerbar Energieversorgung
3. Energiemengen / $CO_2$ Emissionen
4. Energiespeicherung
5. Stromerzeugung / Notwendiger Wind / PV Ausbau Reststrombedarfsdeckung (Residuallast Deckung)
6. Hocheffiziente Wasserstofferzeugung Energiespeicherung und Rückverstromung
7. Exkurs elekt. Wärmepumpen
8. Wirtschaftliche Chancen für die Windenergie
9. Vorteil Reduktion der Netzanschlusskapazität
10. Zusammenfassung

# 1.1 Vorstellung

**Christian Meyer – Dipl.-Ing. (FH)**

- Studium Energie- und Wärmetechnik
- Mehr als 30 Jahre Erfahrung in der Energieversorgung von Industrie, Gewerbe, Wohnungswirtschaft, Erneuerbare Energien und Kraftwärmekopplung

1. Gründer und Geschäftsführer von
   a. Energy Consulting Meyer — Beratung und Planung
   b. Neue Energien Meyer — Eigentümer von PV und BHKW Anlagen
   c. EW Dienstleistung (UG) — Mess- und Abrechnungsdienstleistungen

2. Aufsichtsrat der 100% GmbH
3. Vorstand 1. Vorsitzender Klimaschutzverein March e.V.

4. Tätigkeiten Mitgliedschaften Verbände
   a. Mitglied VDE ETG Unterausschuss Erzeugung und Speicherung
   b. Mitglied Dezent Arbeitskreis Energie Baden-Württemberg
   c. Ökoinstitut e.V.
   d. Bundesverband Kraftwärmekopplung
   e. Bundesverband Windenergie e.V.
   f. Bundesverband der Energieverbraucher
   g. Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND)
   h. Verkehrsclub Deutschland

# 1.2 Das Unternehmen
## Produktportfolio

energy consulting CHRISTIAN MEYER

| Netzanschluss | Energiekonzepte | Stromvermarktung | Planung | Dienstleistungen |
|---|---|---|---|---|
| • Simulation des öffentlichen Netzes<br>• Gesamtwirtschaftlich günstigster Netzverknüpfungs-punkt<br>• Durchsetzung Netzausbau & Netzanschluss<br>• Planung von Übergabestationen und Netzanschluss-Leitungen<br>• Verhandlungen mit Netzbetreibern | • Autorisierter Energieauditor<br>• KMU / KfW Berater<br>• nachhaltige Quartierskonzepte<br>• Energiemanagement -systeme<br>• Fördertestate<br>• Zuschussanträge<br>• Strom- , Wärme, Kälte- u. Medien-versorgung<br>• Lüftung, Druckluft<br>• Stromerzeugung<br>• Beleuchtung | • Stromvermarktung<br>• Eigenerzeugung<br>• Kundenanlagen<br>• Belieferung regional & überregional<br>• Messkonzepte<br>• Stromsteuer-gutachten mit Steuerberatern und Rechtsanwälten<br>• Direktbelieferung von Gewerbe- und Industriekunden | • Stromerzeugung KWK-, PV-Anlagen<br>• Wärmeerzeugung<br>• Lüftung<br>• Kälte<br>• Druckluft<br>• Energieverteilung<br>• Messkonzepte | • Energiebeschaffung<br>• Strom, Brennstoff<br>• kaufmännische & technische Betriebsführung<br>• Messdienstleistungen<br>• Verträge<br>• Abrechnung<br>• Contracting<br>• Gutachten (privat / öffentlich bestellt) |

# 1.3 Referenzen Auszug (Deutschland)

**> 450 Stromvermarktung in Kundenanlagen**

**Erneuerbare Energie 4.500 MWel / Kraftwärmekopplung 460 MWel**

# 1.4 Referenzen

- Energieeffizienzberatung Industrie und Gewerbe
  - u. a. Daimler, ABB, Stabilus, Dunmore, Brauerei Ganter, Lieler Schlossquell, Industriepark Östringen

| | |
|---|---|
| **Regenerative Energie** | **elektrische Leistung 4.500 MW** |
| Windenergie | 450 Windparks |
| Photovoltaik | 110 PV Anlagen bis 80 MWp |
| Biogas- / Biomasse Heizkraftwerke | 85 Anlagen |
| Wasserkraftanlagen | 25 Wasserkraftwerke |
| **Stromvermarktung / Eigenerzeugung** | **rd. 450 Anlagen** |
| **Kraftwärmekopplung Industrie/Gewerbe** | **elektrische Leistung 465 MW** |

- Betreuung der Interessengemeinschaft unabhängiger Stromerzeuger (IGUS - 3.300 MW) Akkreditiert bei der EEG Clearingstelle und der Bundesnetzagentur
- Internationale Projekte: u.a. Kasachstan, Irland, Frankreich

# 1.41 Auszug Referenzen

energy consulting CHRISTIAN MEYER

- > 450 Anlagen Stromdirektlieferung in Industrie, Wohnbau und Gewerbe
- > 450 Windparks
- > 110 Solarparks (bis 60 MWp),
- > 85 Biogas-/Biomassekraftwerke
- > 25 Wasserkraftwerke
- > 50 Energieeffizienzkonzepte
- > 40 Nahwärmekonzepte
- > 50 industrielle KWK-Anlagen

VIESMANN climate of innovation

BMW

psm Intelligente Lösungen technisch & kaufmännisch

WINDPARK DRUIBERG WDG mbH & Co. KG

MVV Energie

INFRALEUNA

industriepark östringen

BayWa r.e. renewable energy

kraftwerk wiehre

ABO WIND

GAIA erneuerbare Energien

DENKER & WULF AG Dahin weht der Wind

GANTER Brau-Erlebnis

ABB

GP JOULE TRUST YOUR ENERGY.

FORMENBAU STAIGER

SCA Care of Life

EnergieKontor

Lieler SCHLOSSBRUNNEN

ökostrom Ökostromgruppe Freiburg

n-sol green energy solutions

# 2. Zukunft der Windenergie
# 100% erneuerbare Energieversorgung

1. Zeitgleiche 100% erneuerbare Energieversorgung
2. Residuallast 100% erneuerbare $CO_2$ freie Energieversorgung

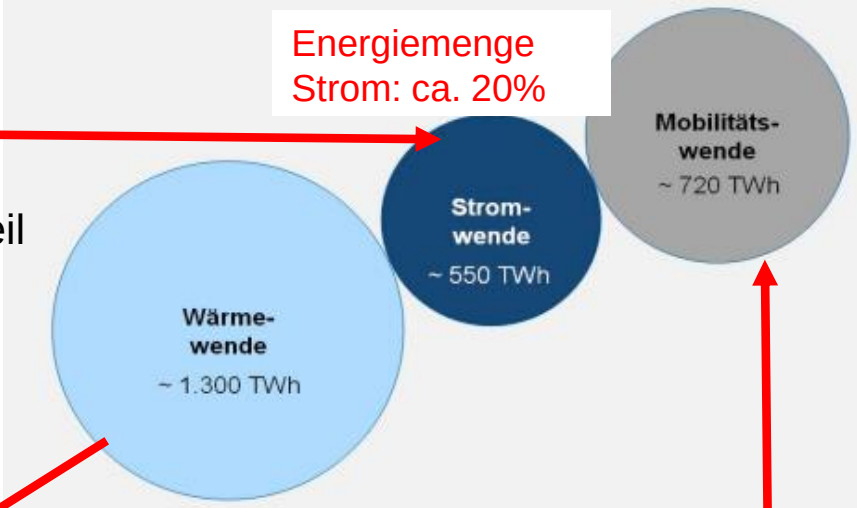
   Stufe 1 ohne Kohle, Atom

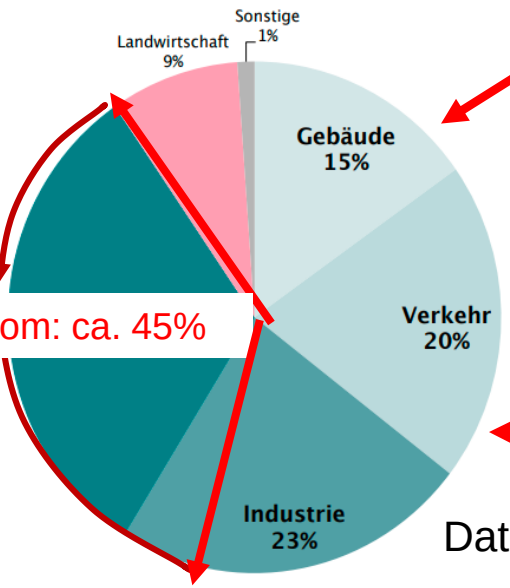
   Stufe 2 auch ohne Erdgas
3. gesicherte Energieversorgung (→ Speicher)
4. kostengünstige (wettbewerbsfähige) Energieversorgung

# 3.1 Energiemengen / Emissionen

**ca. 20%Strom Energieanteil**
Heizwärme ca. 50 % Energieanteil
**aber**
**ca. 45% $CO_2$ Strom** (inkl. Industrie)
Wärme ca. 15% $CO_2$

Energiemenge
Strom: ca. 20%




$CO_2$ Strom: ca. 45%

Stromerzeugung entscheidend für den Klimaschutz

Datenquelle: Umweltbundesamt

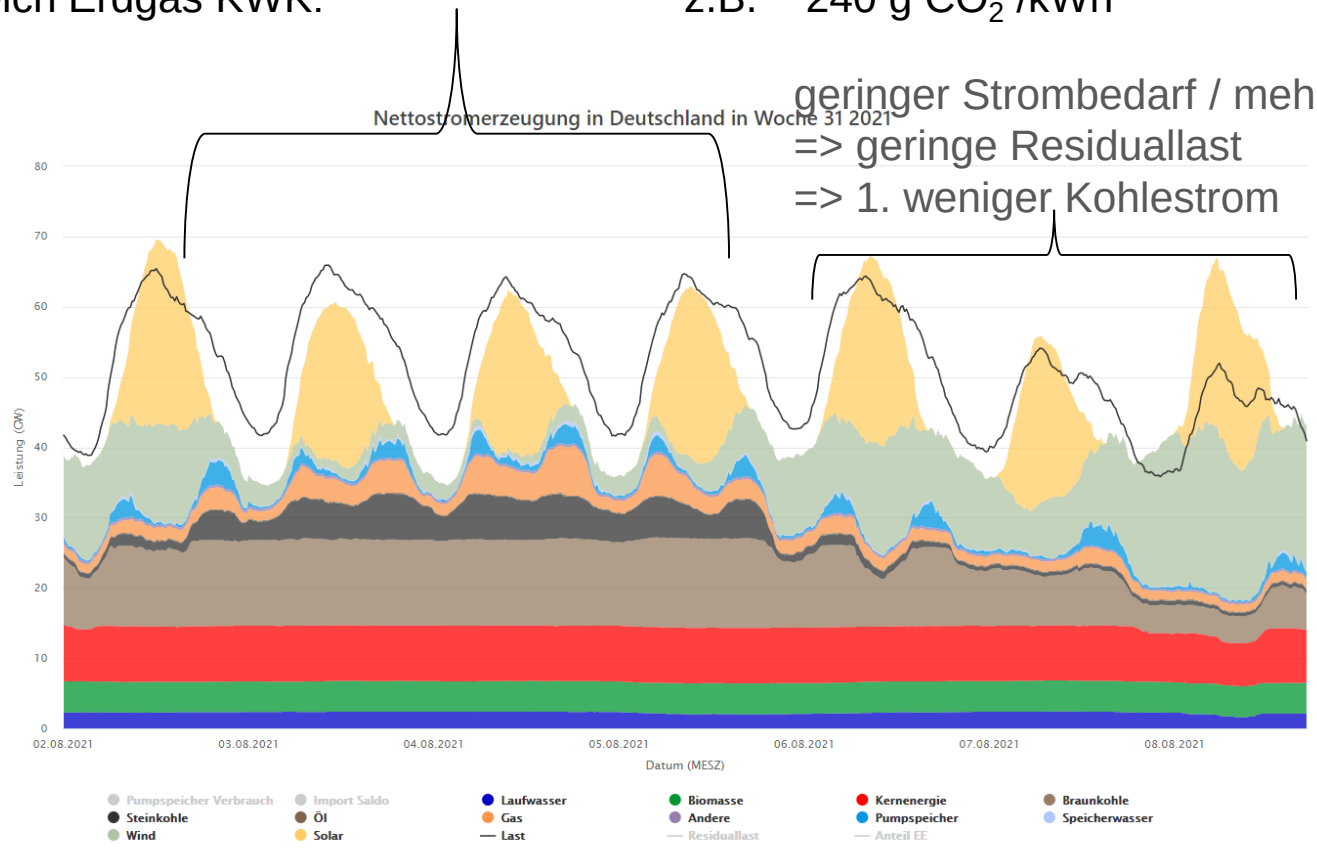
# 3.2 Emissionen
# nach Corona erhöhter Strombedarf
# → starker Anstieg Kohlestrom: $CO_2$ Faktor 6 gegenüber KWK

Hoher Strombedarf / weniger Erneuerbare → hohe Residuallast

**1. vorrangig Steigerung Braunkohlestrom z.B. 1.442 g $CO_2$ /kWh Faktor 6 zu Erdgas KWK!**

2. Steigerung Steinkohlestrom z.B. 1.050 g $CO_2$ /kWh

Zum Vergleich Erdgas KWK: z.B. 240 g $CO_2$ /kWh




Quelle: Fraunhofer ISE Energy Charts

# 4.1 notwendige Energiespeicherung
# Speicher Kapazitätsbedarf minimieren
# Beispiel Strom

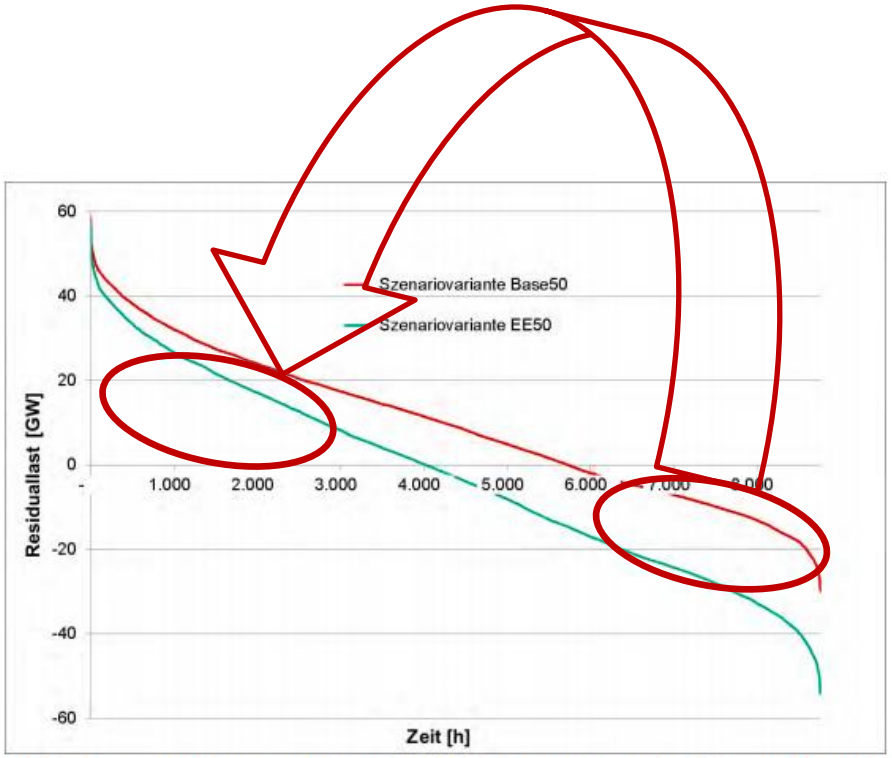



Abbildung 3: Geordnete Dauerlinien der Residuallast mit unterschiedlichen Ausbaugraden von fluktuierenden Erneuerbaren Energien im KWK-Szenario

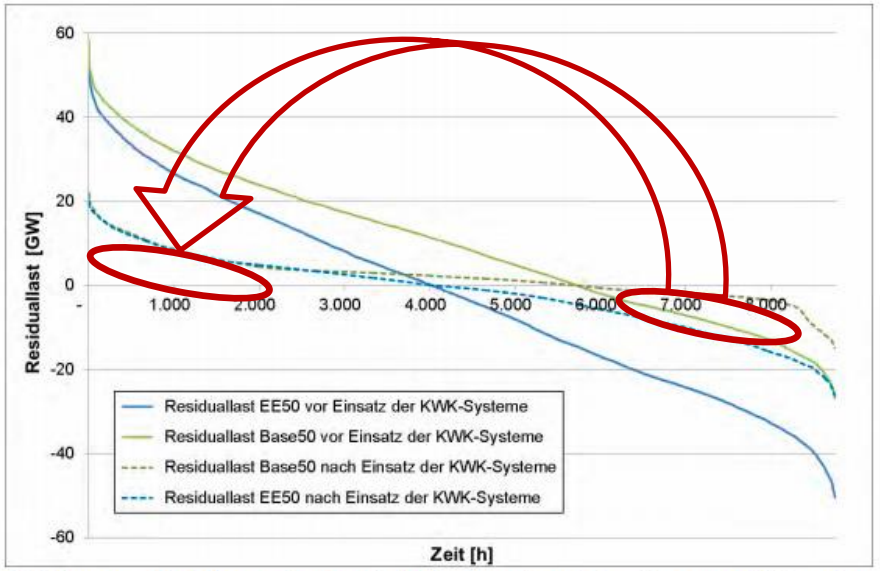


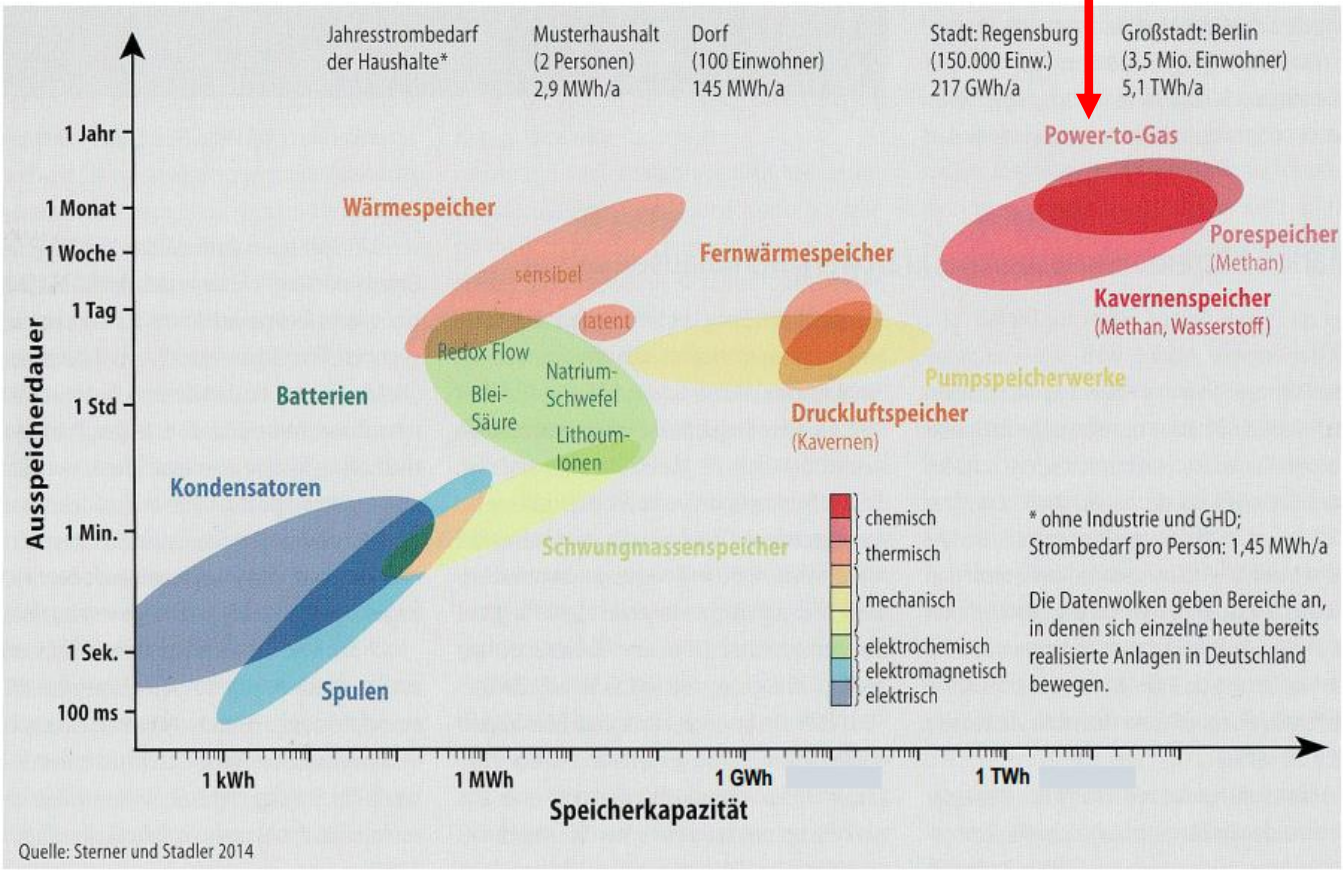

Abbildung 4: Veränderung der Residuallast, Szenariovarianten Base50 und EE50, dargestellt als geordnete Dauerlinien

Quelle: Fraunhofer IFAM / DLR Studie zur Rolle der KWK 2018

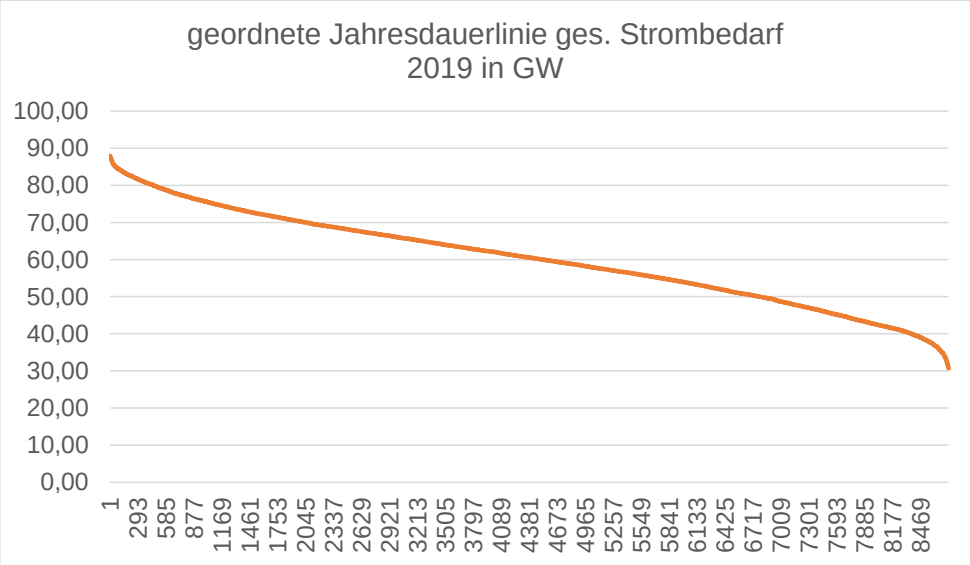
Stromspeicherung ist sehr teuer → Speicherbedarf minimieren
Strom zeitgleich zum Bedarf erzeugen anstatt Strom zu speichern

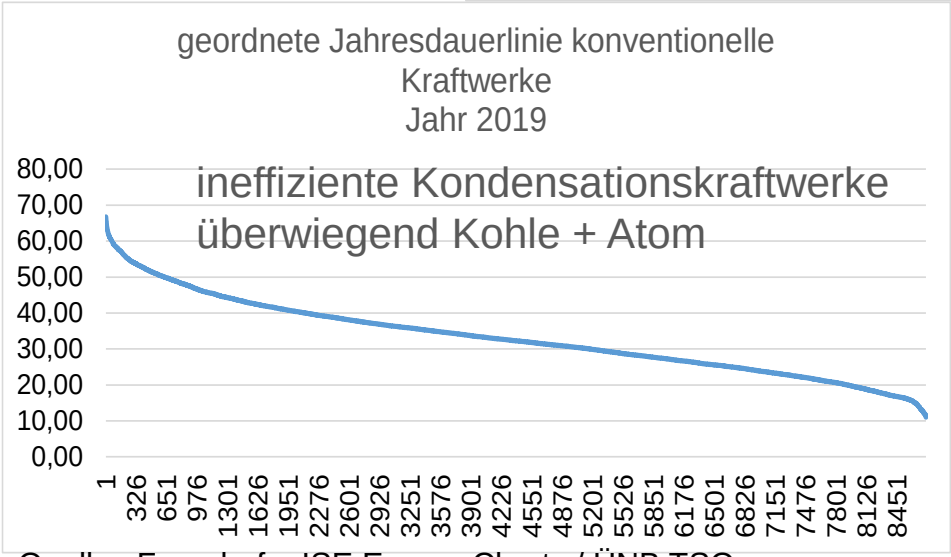
# 4.2 Energiespeicher

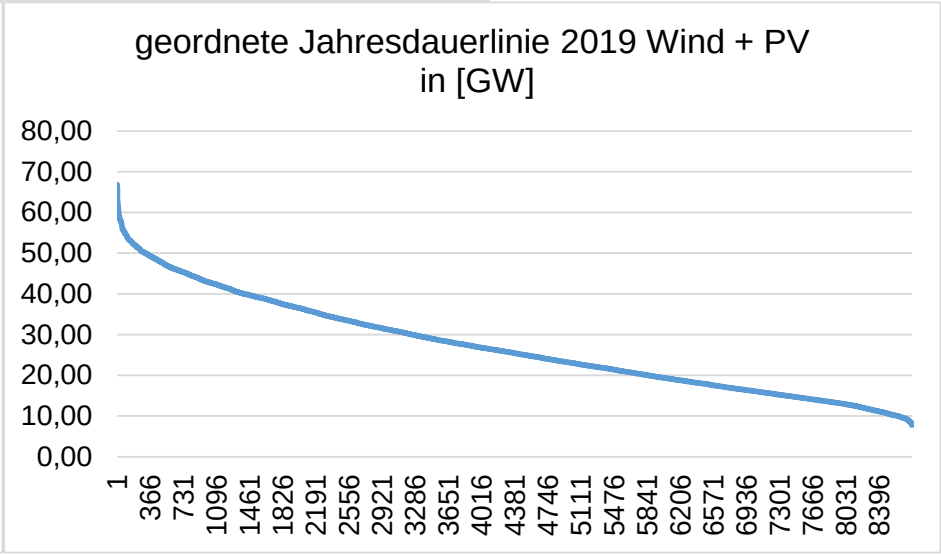
Erdgaskavernenspeicher inkl. Gasnetz vorhanden (260 TWh)
Sehr kostengünstig → ca. 0,07 ct/kWh
Energiebedarf von 3 Monaten kann gespeichert werden



# 5.1 Strombedarf 2019 / Stromerzeugung 2019




Quellen Fraunhofer ISE Energy Charts / ÜNB TSO

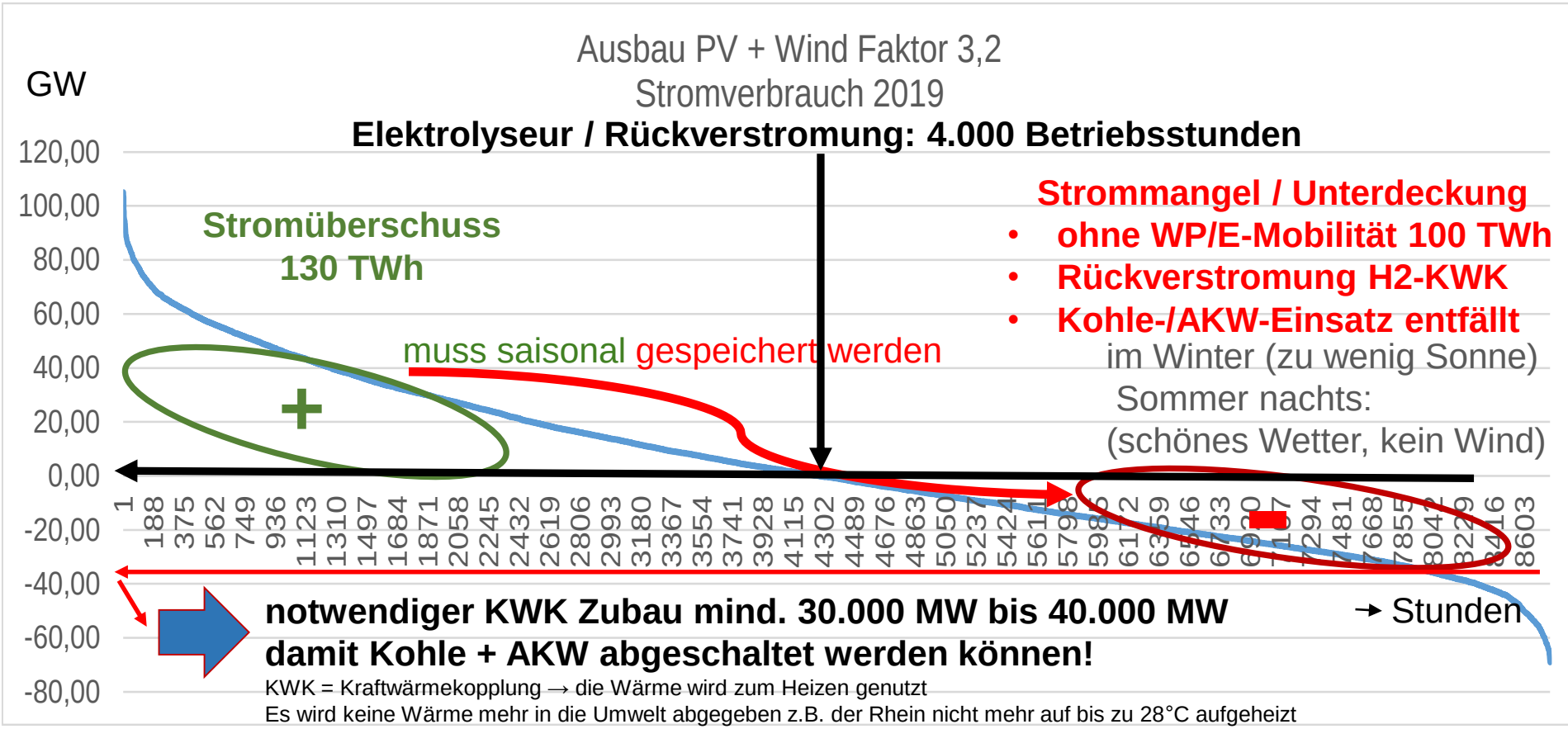
# 5.2 Energieversorgung erneuerbar.

## Kombination **Ausbau PV + Wind um 320%!**

## zur Deckung des Strombedarf 2019

## Residualllast (geordnete Jahresdauerlinie)

(ohne E-Mobilität und ohne elek. Wärmepumpen)




**Residualllast Jahresdauerlinie** (Reststrombedarf nach erneuerbarer Stromerzeugung PV+WindxFaktor 3,2)

# 5.3 erneuerbare Energieversorgung chemische Energie-Speicherung

1. Saisonal zu speichernde Energiemenge:
2. kurzfristig: Wind u. PV Zubau mind. Faktor 3,2 der heute installierten Leistung
3. Reststromerzeugung KWK
4. notwendige zu speichernde  Energiemenge: 130 TWh/Jahr ($10^{12}$)
5. Batterien nicht geeignet

   → Kurzzeitspeicher

   → viel zu geringe Speicherkapazität
6. Die Lösung chemische Speicherung (Wasserstoff)

   → Speicherkapazität heute Erdgasinfrastruktur 260 TWh vorhanden

   → Kosten nur ca. 0,07 ct/kWh (saisonal gespeichert)

   Batterien >60 ct/kWh für Kurzzeitspeicherung, keine saisonale Speicherung

# 5.4 Wasserstoff Energieeffizienz Kosten Umwandlungsverluste

1. Carnot Wirkungsgrad (Physikalisches Grundgesetz)

   → es wird bei der Umwandlung von Strom in Wasserstoff

   und

   → bei der Umwandlung von Wasserstoff in Strom

   gleichzeitig $CO_2$-freie Wärme erzeugt.

2. Diese $CO_2$-freie Wärme muss genutzt werden!

   → Elektrolyseur mit Abwärmenutzung!

   → Stromerzeugung mit Abwärmenutzung! (Kraftwärmekopplung)

   → geringe Wasserstoffkosten (Arbeitspreis ca. 1,1 x EE-Erzeugungskosten)

3. Mit der Elektrolyse wird auch Sauerstoff erzeugt

   → der Sauerstoff muss genutzt werden!

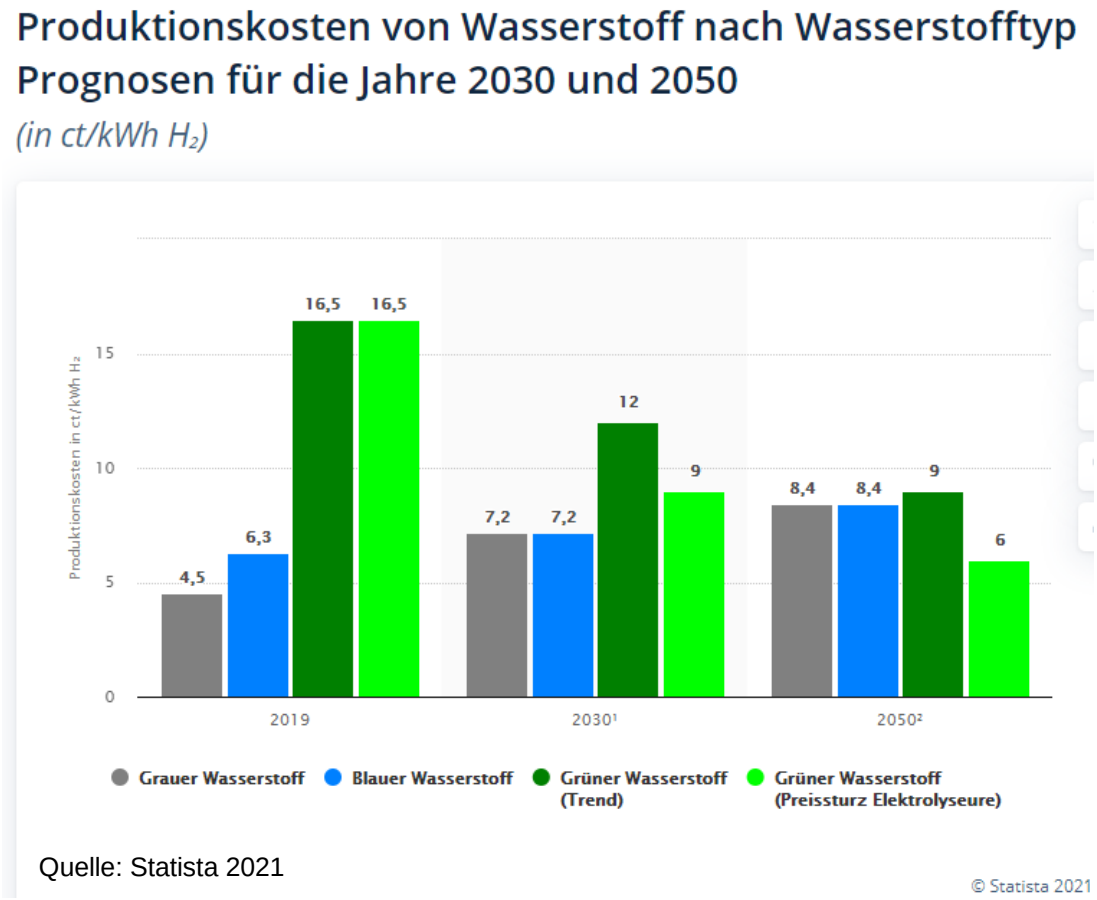
   → Einsparung Luftzerlegungsanlagen

   → hoch effiziente Hochtemperaturfeuerung z.B. Glasschmelze

# 6.1a Wasserstoff wirtschaftlich? ohne Nutzung der Nebenprodukte:

hohe Kosten welche ständig zu hören sind:
grüner Wasserstoff hier erzeugt ist angeblich unwirtschaftlich

Wer hat denn daran Interesse?




Quelle: Statista 2021

# 6.1b Wasserstoff wirtschaftlich? Regulierungsrahmen

1. **<u>Ausschreibungen wesentliche Projekt Be- und Verhinderung</u>**
    1. Nutzungsverbot des selbst erzeugten Stroms
    2. Künstliche implementierte Kostensteigerung:
       Strom zur Elektrolyse muss aus dem öffentliche Netz bezogen werden

2. Einspeisung in das Erdgasnetz
    1. Die Erdgasinfrastruktur ist grundsätzlich zur Wasserstoffaufnahme geeignet
       Stadtgasversorgung: 60% $H_2$ Anteil
    2. Im Verhältnis sehr geringe Umbauaufwand
    3. Moderne Messtechnik für variable Wasserstoff/Erdgasanteile notwendig

# 6.2 Wasserstoff: Chancen für die Windenergie

H2 Elektrolyse: Wasserstoff Druck Elektrolyse z.B. ab 30 bar bis 163 bar

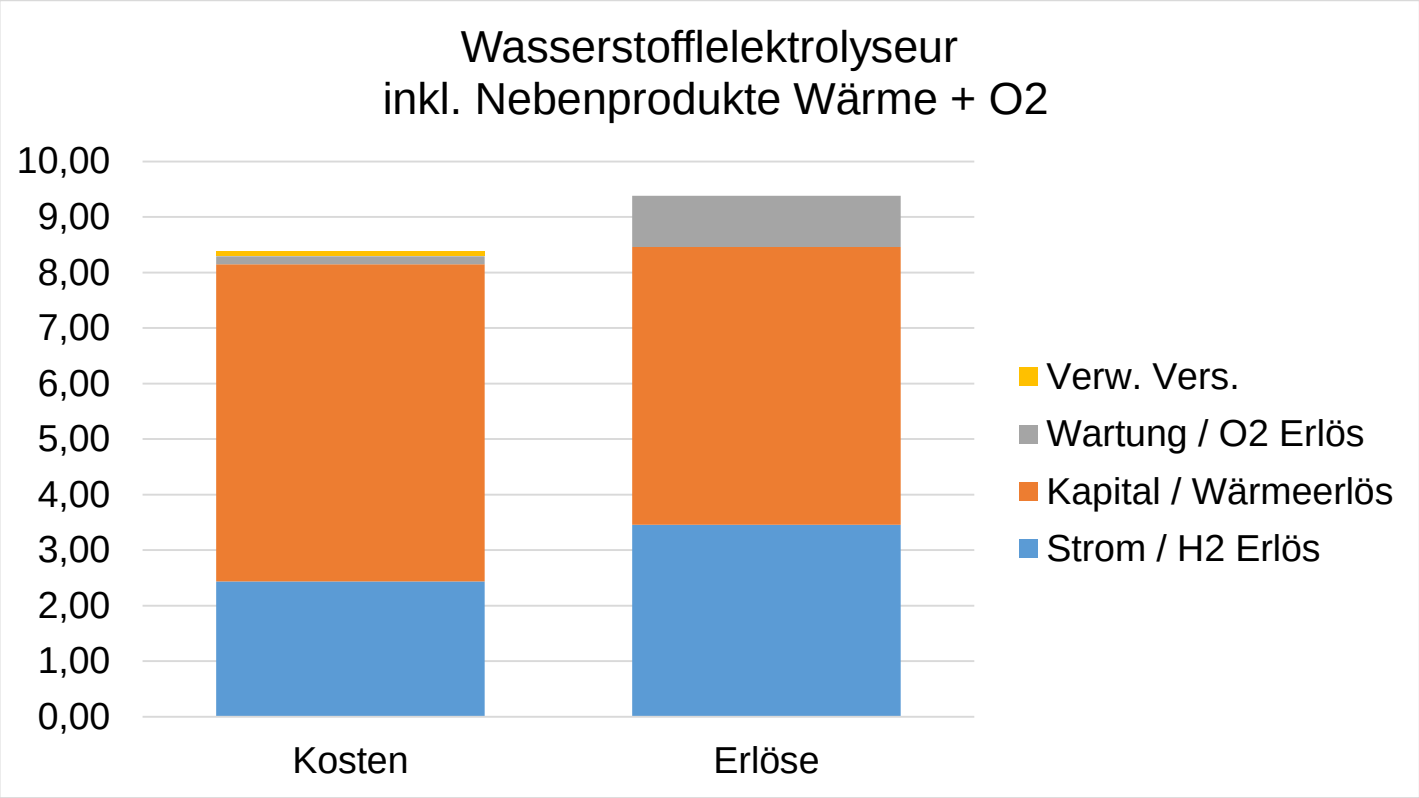
1. Einspeisung ins Erdgashochdrucknetz problemlos
2. Strombedarf Gasverdichter entfällt
3. Modularer Aufbau

z.B. ab 100 kWel modulare Hochdruck Elektrolyse

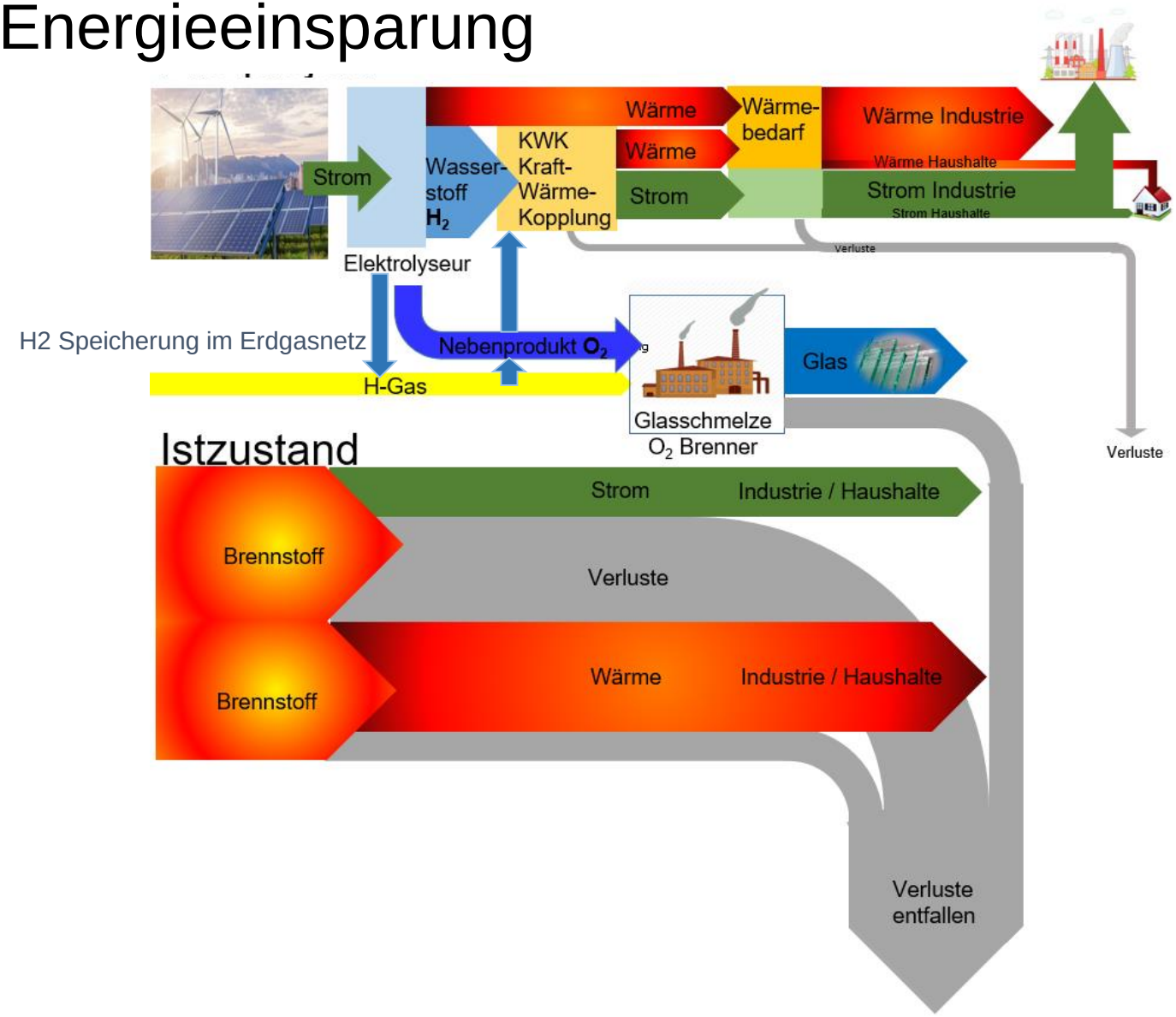
# 6.3 Wasserstoff: Chancen für die Windenergie Kostenreduktion Nutzung der Nebenprodukte

Beispiel:

1. Abwärmenutzung: Kostenreduktion H2 Erzeugung mind. 53%
2. Sauerstoffnutzung: Kostenreduktion H2 Kostenreduktion 10%



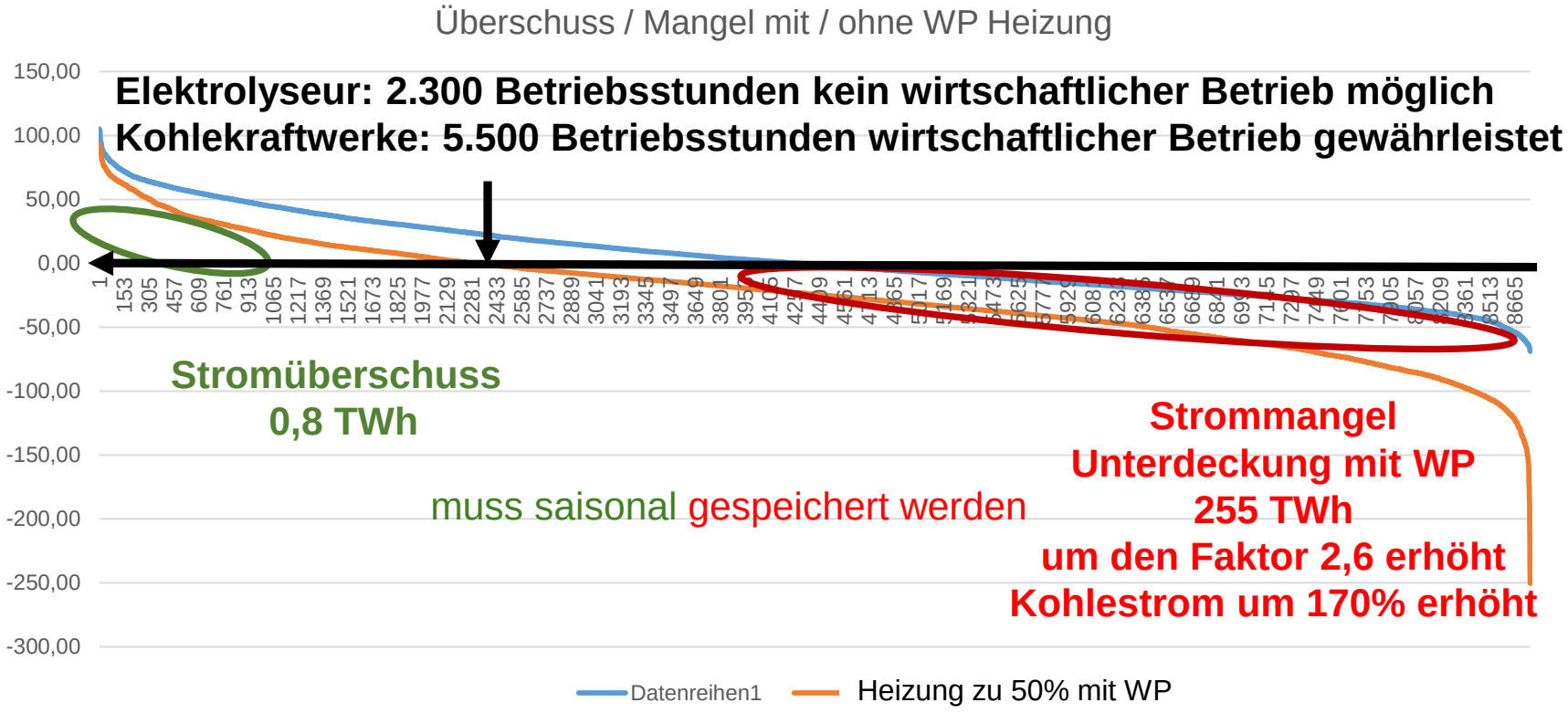
# 6.4 Sektoren-Kopplung Energieeinsparung



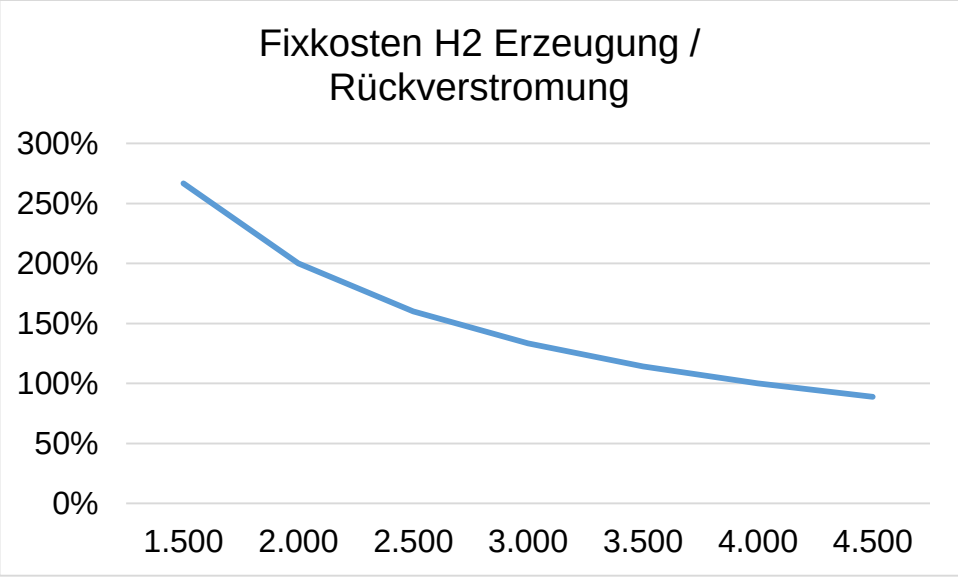

Gesamtwirkungsgrad bis zu 93%

Gesamtwirkungsgrad heute ca.49%

# 7. Exkurs elektrische Wärmepumpen
# Atom und Kohlestilllegung unmöglich
# zusätzlicher konventioneller Stromerzeugungsbedarf
# Anstieg von heute 80.000 MW auf 250.000 MW
# => damit scheitert der Klimaschutz



# 8.1a Ihr Ziel hohe Volllaststunden Kombi-Projekte



# 8.1b Ihr Ziel hohe Volllaststunden Kombi-Projekte

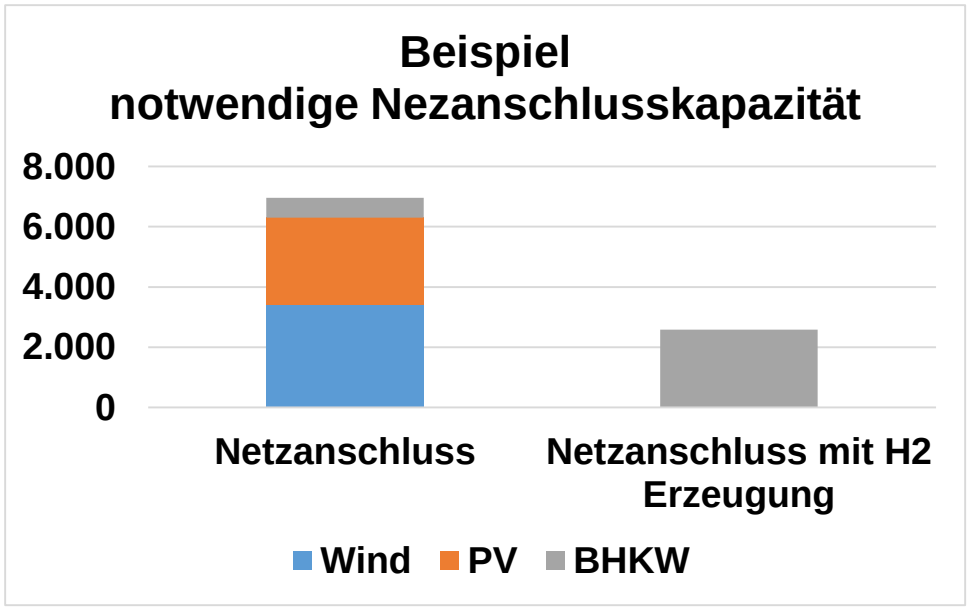
Beispiel: Standort Rheinland Pfalz
Wind + PV + Elektrolyseur + KWK
Abwärme ca. 800 kW
BHKW: ca. 660 kW el / 740 kW th

| | Leistung kW | Vollaststunden |
|---|---|---|
| Wind | 3.400 | 2.005 |
| PV | 2.900 | 1.160 |
| Elektrolyseur | 2.530 | 4.000 |

⇒ Simulation je nach Standort notwendig
⇒ Abhängig vom WEA Typ, Windhöfigkeit
⇒ PV Ausrichtung / Solareinstrahlung am Standort

Was wurde gewonnen?
1. ganzjährig gesicherte Strom- und Wärmeversorgung
2. Wirtschaftliche Energieversorgung zu wettbewerbsfähigen Preisen
3. Nutzung der vorhandenen Energiespeicher zu ca. 0,07 ct/kWh

# 9. Netzanschluss Kapazität
# Kombi-Projekte




⇒ Eingesparte Netzanschluss Kapazität z.B. 67%
⇒ Netzanschluss kann z.B. um 4,5 km verkürzt werden
z.B. Kostenreduktion: 450.000 Euro

# 10. Zusammenfassung

1. Erneuerbare Energieversorgung erfordert sehr hohe saisonale Energiespeicherung
   → chemische Energiespeicherung notwendig
2. Klimaschutz endscheidend: Reststrombedarfsdeckung
   Braunkohlestrom (1.442 $gCO_2$ /kWh) muss entfallen
3. Übergangszeit Erdgas KWK nur z.B. 240 $gCO_2$ /kWh mit grünem H2 => 0 $gCO_2$ /kWh
   => $CO_2$-Emissionen mit elektrischen Wärmepumpen erhöht um z.B. 225%!
4. Zubau Wind und PV kurzfristig 320% langfristig ca. > 600%
5. Erdgasinfrastruktur ausreichende Speicherkapazität vorhanden / ca. 0,07 ct/kWh
6. Hocheffiziente Wasserstofferzeugung zwingend Nutzung der Nebenprodukte
   → Abwärme
   → Sauerstoff
7. Rückverstromung zwingend Nutzung der Abwärme
8. Ihre Chance: Kombi-Projekte: Wind + PV + (Hochdruck-) Elektrolyseur + KWK
9. **Ihre Vorteile/ Was ist zu tun:**

   - **Regulierungsrahmen: Abschaffung des Netzungsverbotes des selbst erzeugten Stroms!**
   - **ca. 4.000 Vollbenutzungsstunden**
   - **Abwärmenutzung: Kostensenkung 53%**
   - **$O_2$-Nutzung: Kostensenkung 10%**
   - **→ Wettbewerbsfähige Preise bei 100% erneuerbare Energieversorgung**
   - **Netzanschlusskapazität um z.B. 63% verringert / Einsparung z.B. bis zu 450.000 Euro**

11.11.21 um 15:55 Uhr unser Workshop Forum 13b:
Neue Märkte erneuerbarer Wasserstoff – Chancen in der Energiewirtschaft mit Kombiprojekten

Unsere Workshops:

**11.11.21 um 13:45 Uhr unser Workshop Forum 13b:**
Wege zum wirtschaftlichen Netzanschluss trotz voller (Verteil-) Netze

**11.11.21 um 15:55 Uhr unser Workshop Forum 13b**:
Neue Märkte erneuerbarer Wasserstoff – Chancen in der Energiewirtschaft mit Kombiprojekten

Wir sichern die wirtschaftliche Energieversorgung.
Umweltfreundlich. Zukunftsweisend. Innovativ.
Für den Klimaschutz.

Haben Sie Fragen?
Sprechen Sie uns an.
Für Sie auf den Windenergietagen:
Tel: 0151 7040 7572
Stand: 196

EnergyConsulting Meyer
Dipl. Ing. (FH) Christian Meyer
Am Laidhölzle 3
79224 Umkirch

Tel: +49 7665 942324 0
Fax: +49 7665 942324 14

E-Mail: info@energy-consulting-meyer.de
Web: http://www.energy-consulting-meyer.de

Klimaschutzverein March e.V.:
https://klimaschutzverein-march.de/wp/
(gemeinnütziger Verein)