

Biogas-Wärmenetze am Scheideweg: Wie geht es weiter nach dem EEG für Energiegenossenschaften, Kommunen & Co.?

Exkurs Flexibilisierung:

Das Speicherkraftwerk als Biogasanlage der Zukunft



Kassel - online

12. Juli 2023

Dipl.-oec. Uwe Welteke-Fabricius

Wissenschaft

Verbände

Bildung und Information

Finanzierung

BHKW für Flexbetrieb

Flex-Lotsen: Projektbegleitung, Anlagenbau
Konzeption, Planung, Genehmigung



Vermarktung + Steuerung



Gasspeicher

Wärme

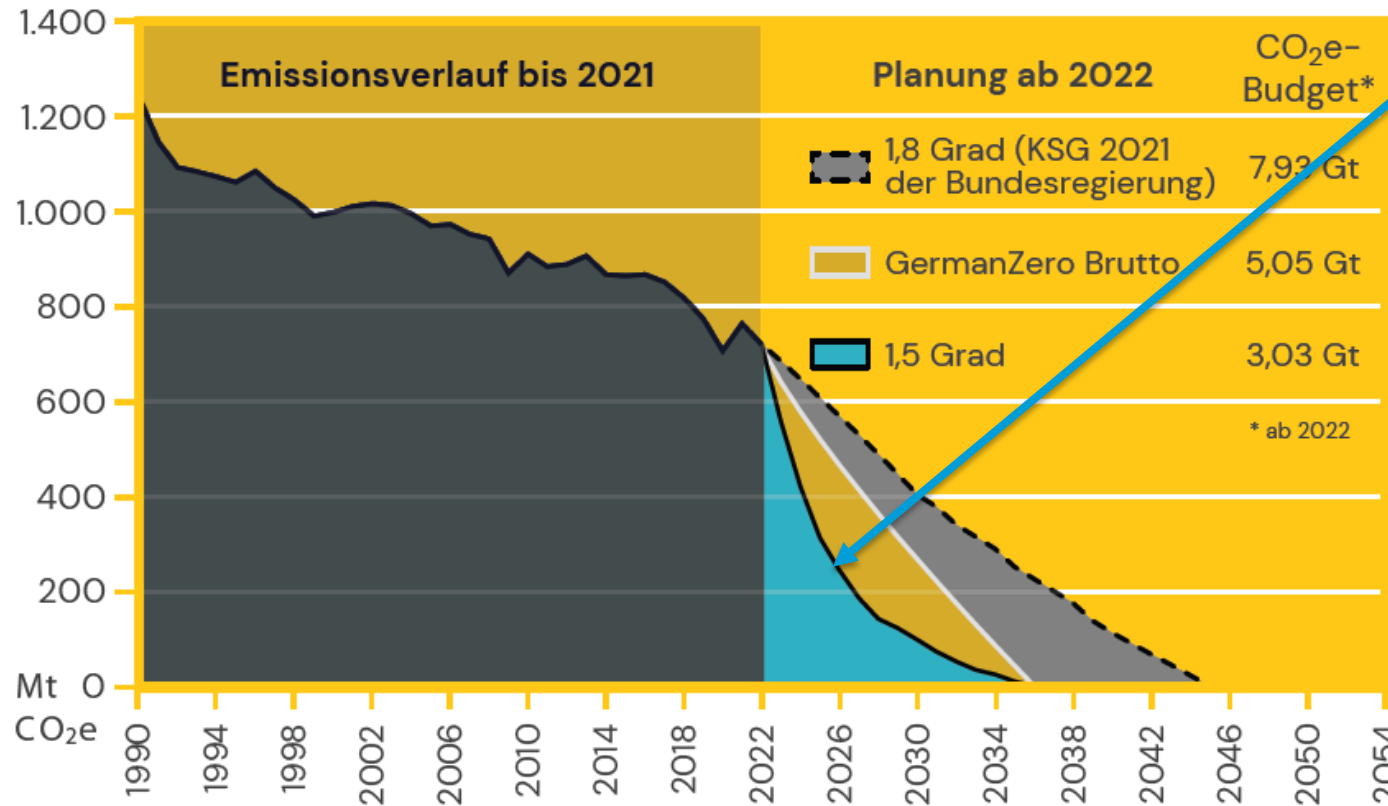
Substrate + Gärprodukte



Fachplaner: Fütterung -
Netzanschluss - Wärmenetze

Klimawandel: Wir haben nur noch sehr wenig Zeit. Fossile Kraftwerke werden stillgelegt.
Klimaneutraler Ersatz wird dringend benötigt!

Deutsche Treibhausgasemissionen und Reduktionspfade (in Mt CO₂e)



Für die Klimaziele von Paris müssen wir diesen Pfad erreichen!

Biogas: Ideal für alle Verwendungen.
Aber gewachsen aus dem Strommarkt im EEG!

Biogas-Speicherkraftwerke haben den KWK-Effizienzvorteil:
fünffmal mehr Energieausbeute als im Transportsektor!

Mengenverhältnis von
= 10 Mrd. m³ Methan/Jahr

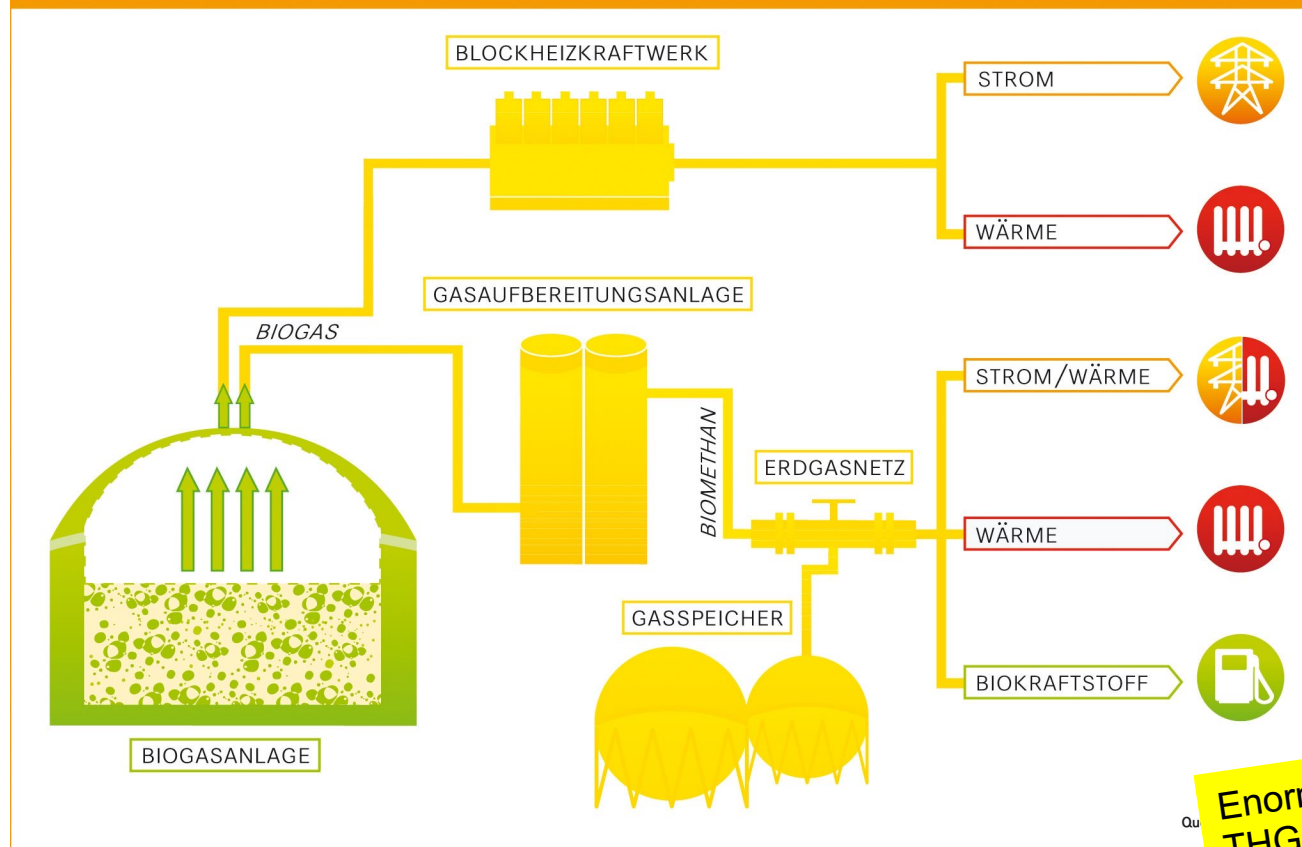
Bis heute die wichtigste
Grundlage: Biogas vor Ort
verstromt: > 85 %

Biomethan
heute: ca. 10 %

Kraftstoff
ca. 3 % (2025)

Enormer Sog durch RED II und die hoch bezahlten
THG-Quoten für güllestämmiges Biomethan im Verkehr!
LNG- und Biomethananlagen sammeln Mist und Gülle
Entspannung: RED II beendet Mehrfachanrechnung!

Vielfältige Nutzung von Biogas



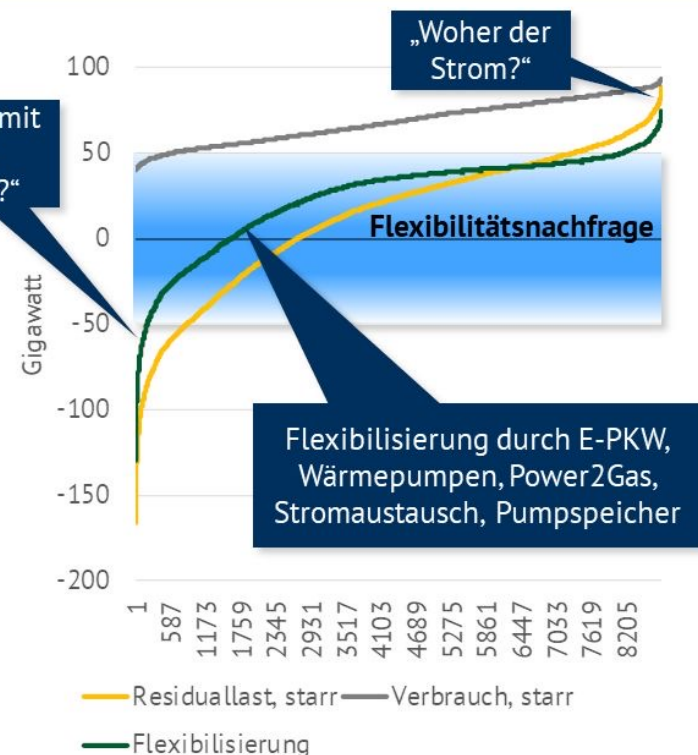
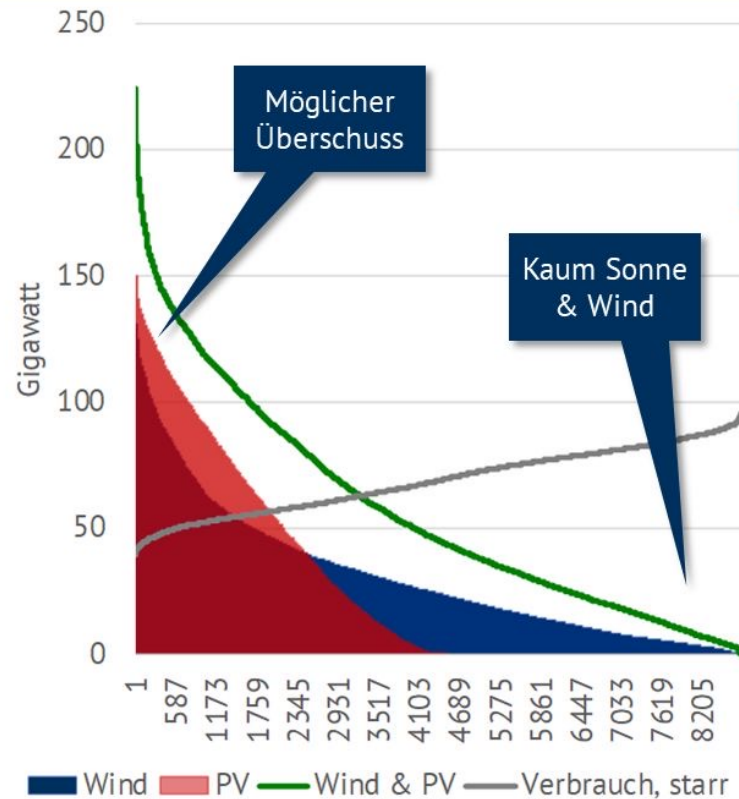
Effizienzvorteil KWK

- Biomethan im Transportsektor = mobiler Verbrennungsmotor
- 1 kWh Biomethan (Hi, FWL) -> 0,3 kWh Bewegungsenergie
- 1 kWh Biomethan im Fahrzeug ersetzt **0,3 kWh Ladestrom** für e-Mobil
- Biogas in der Vor-Ort-Verstromung = stationäres Blockheizkraftwerk
- 1 kWh Biogas -> 0,4 kWh Strom ersetzt 1 – 1,2 kWh Erdgas in der Gasturbine
 + 0,4 kWh Wärme ersetzt 0,4 kWh Erdgas im Brenner
- **1 kWh Biogas im BHKW mit Wärmenutzung ersetzt ca. 1,5 kWh Erdgas**

EE-Ausbau-Perspektive: Zuwachs

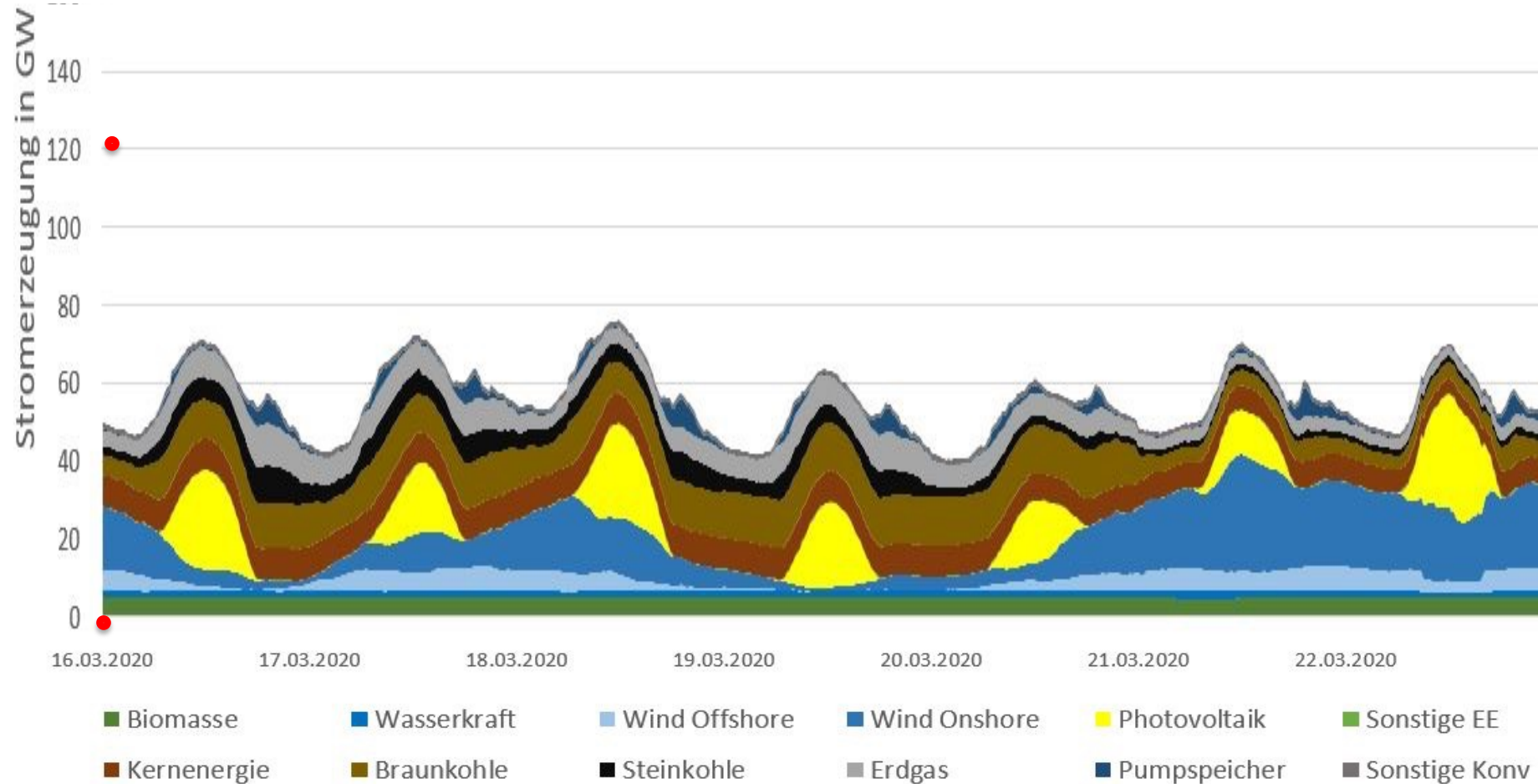
2030: 215 GW PV & 145 GW Wind

Flexibilitätsanalyse

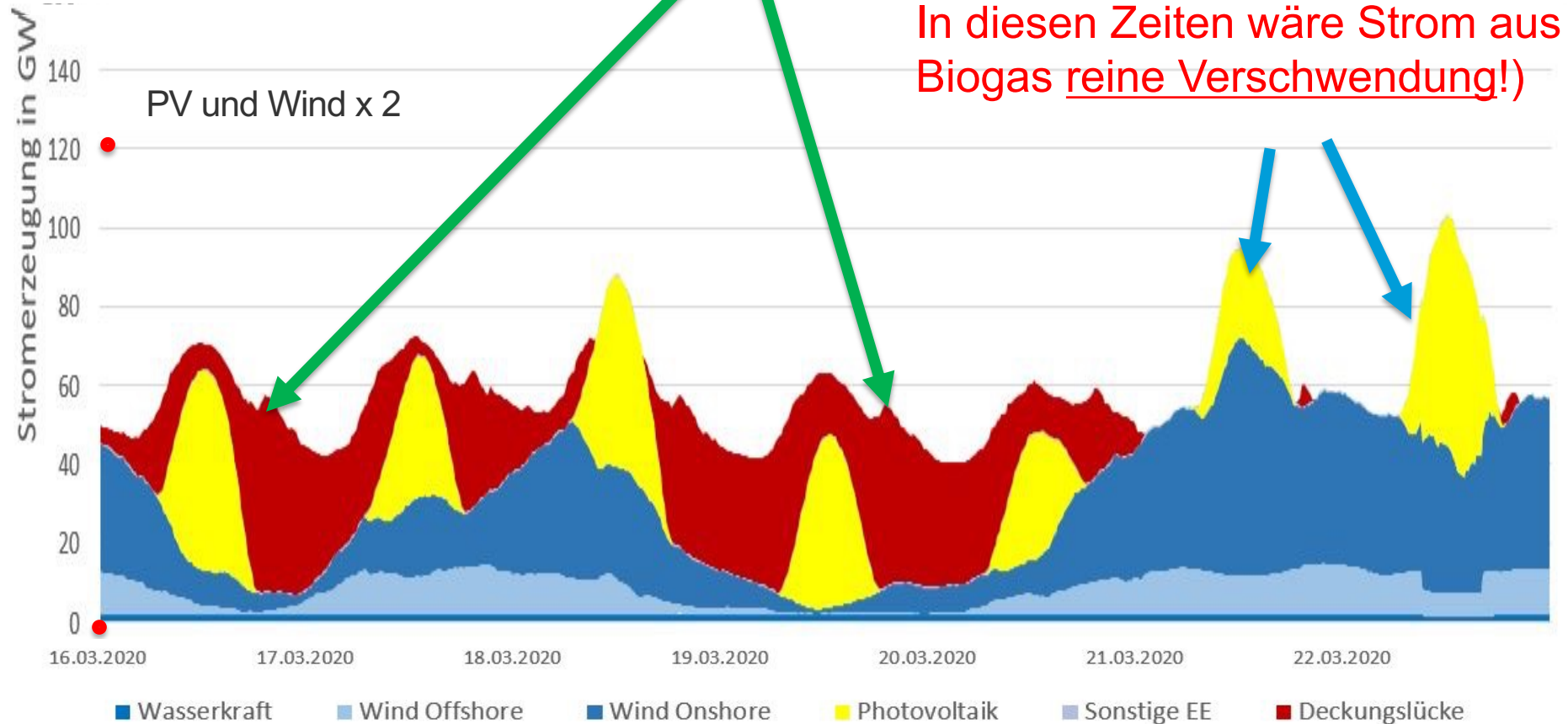


- Mehr Wind und Sonne sind wichtig für flexible Nachfrager
- können aber regelbare Kraftwerke nicht ersetzen
- neue Nachfrager ohne Flexibilität steigern den Kraftwerksbedarf weiter!

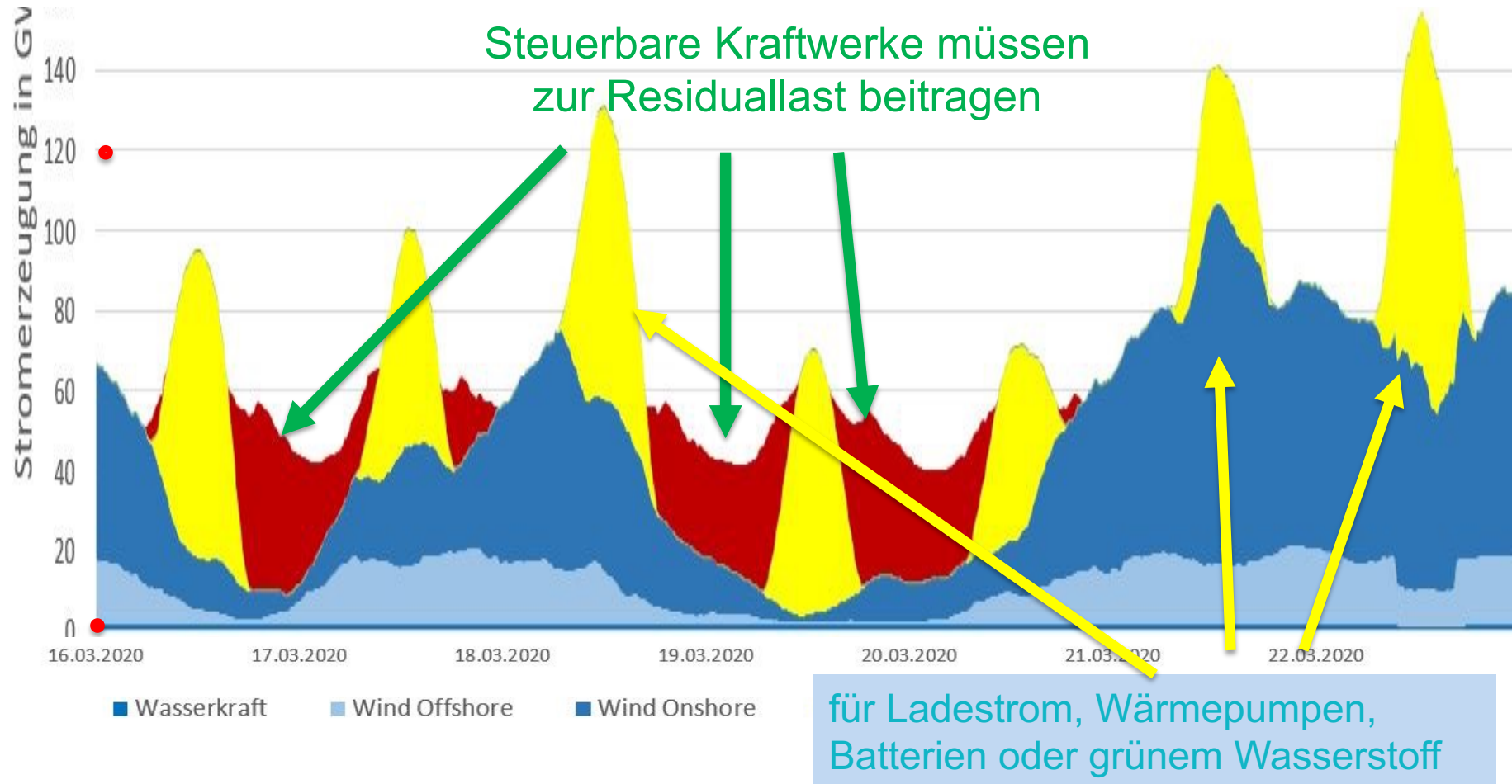
Stand 2022, bei knapp 50 % EE im Stromnetz
Die Bedarfsdeckung schwankt von 10 – 100 %,
Die Residuallast pendelt von 0 bis 60 GW



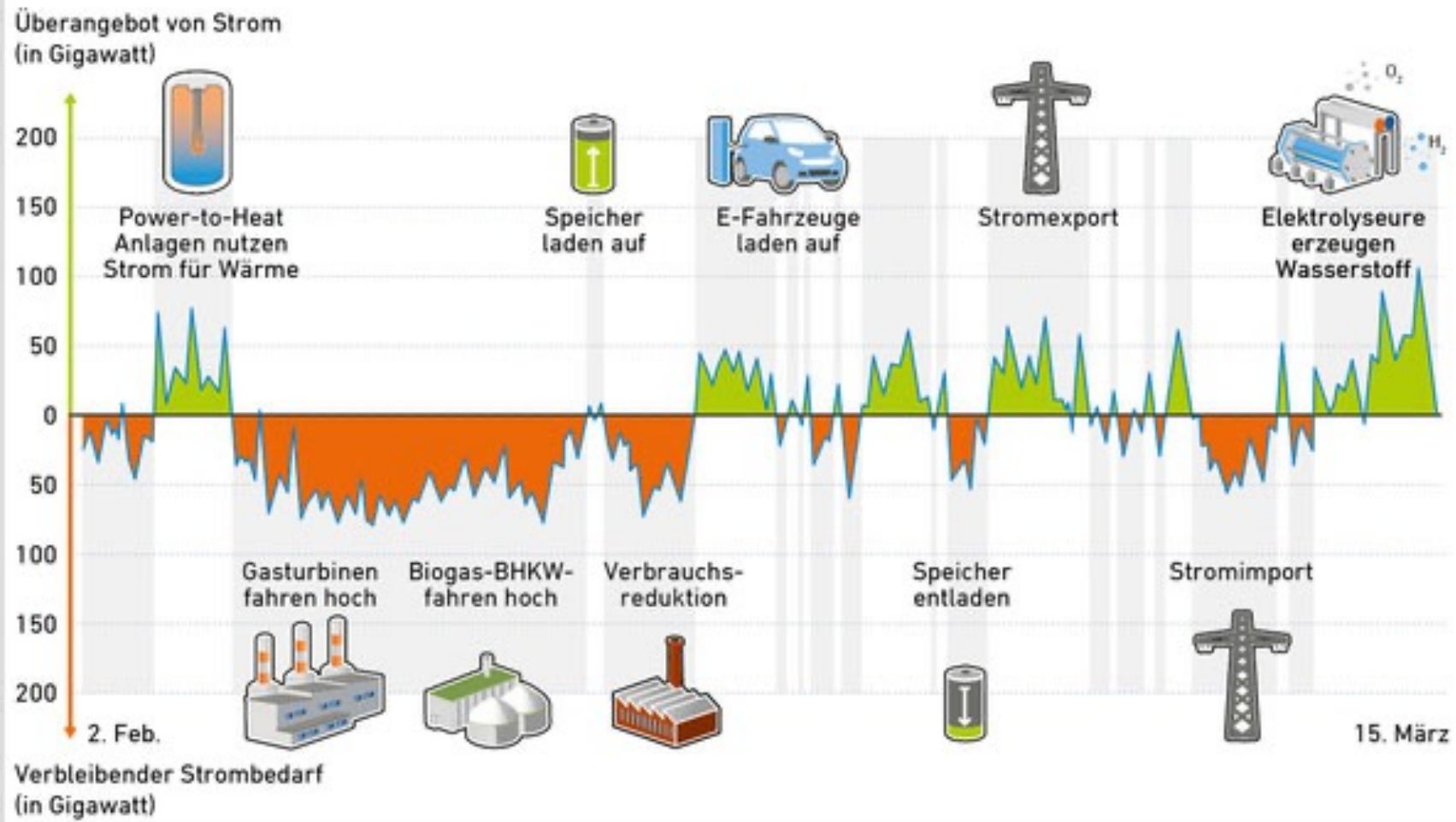
Bei Verdoppelung der EE bis 2030: Es bleiben 50 – 60 GW Residuallast in über 4.500 Stunden. Und ca. 4.000 Stunden mit Überangebot.



Auch bei 150 % EE-Deckung (2040?) bleiben über 50 GW Residuallast
– aber in unter 3.000 Stunden jährlich.



„Negative Flexibilitäten“ sind vielfältig, aber decken keine Residuallast



„Positive Flexibilitäten“ = Strom bereitstellen – ist anspruchsvoller

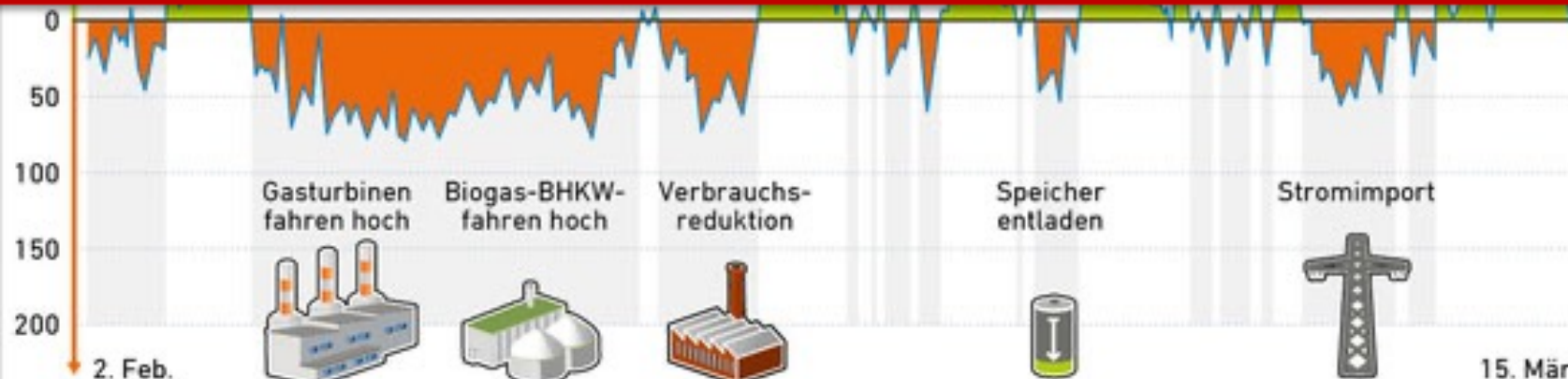
Ein Frühjahr in den 2030er Jahren: Flexibilität garantiert Netzstabilität

Auch bei Vervielfachung der Solar- und Windstromerzeugung* können Überangebot und verbleibender Bedarf ausgeglichen werden

Überangebot von Strom
(in Gigawatt)



Strom speichern oder umwandeln braucht vielfachen Zubau von Wind + PV



Verbleibender Strombedarf
(in Gigawatt)

* installierte Leistung von 151 GW Photovoltaik
am Stromverbrauch im Jahresdurchschnitt: 83

Quelle: Eigene Darstellung nach Sauer, RWTH JARA Energy
Stand: 12/2018

© 2018 Agentur für Erneuerbare Energien e.V.

Wird überschätzt
teuer und endlich
Leitungen sind knapp

Speicher? Gute Idee. Wieviel kosten Stromspeicher?

Agora Energiewende (2021) im Jahr 2030 bereits davon aus, dass 2,5 GW der installierten Gaskraftwerksleistung mit grünem Wasserstoff befeuert werden.

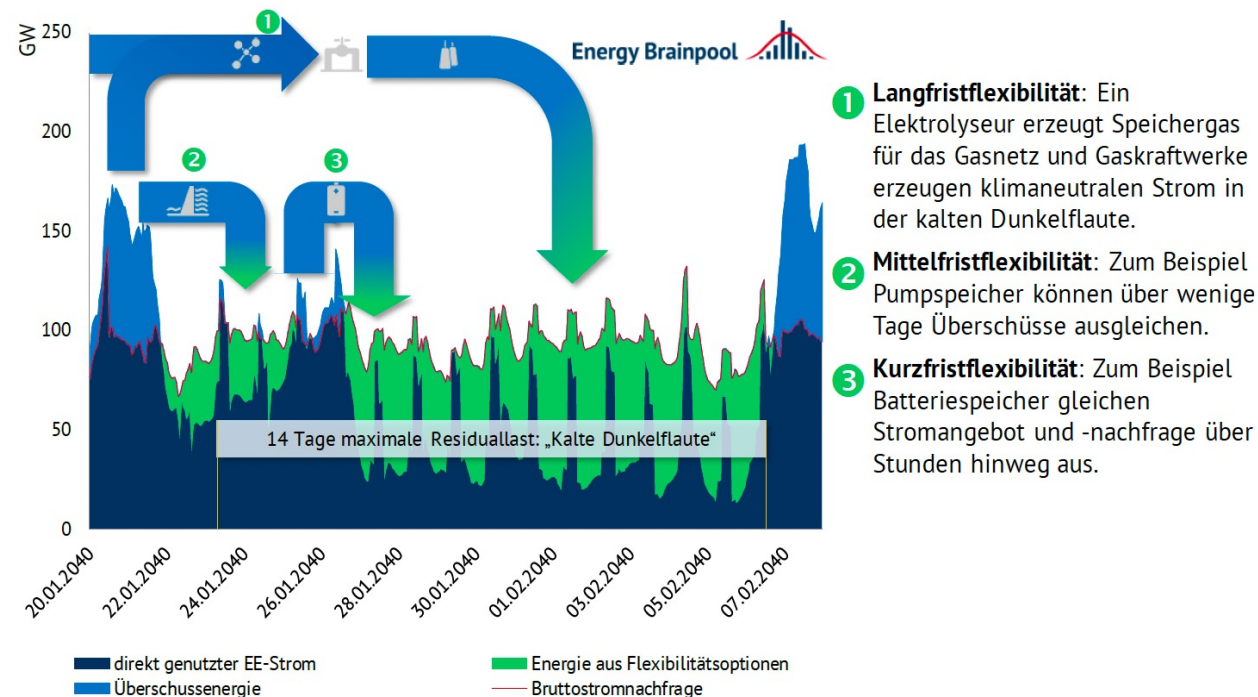


Abbildung 1: Die Rolle von Technologien zur Energiespeicherung in einem kohlefreien Stromsystem (u.a. Batterie- und Pumpspeichersysteme, Wasserelektrolyse mit Wasserstoffspeicherung und -rückverstromung in Kraftwerken)

- Annahmen
 14 Tage kalte Dunkelflaute
 50 GW Unterdeckung
 $14 * 24 * 50 = 16,8$ TWh Speicher
- z.B. Batterien?
 400 €/kWh
 250 €/kWh
 100 €/kWh
- Mittlere Annahme:
 4.000.000.000.000 €
 (10 x Wiederaufbau Ukraine nach Weltbank)

Ein Frühjahr in den 2030er Jahren: Flexibilität garantiert Netzstabilität

Auch bei Vervielfachung der Solar- und Windstromerzeugung* können Überangebot und verbleibender Bedarf ausgeglichen werden

Überangebot von Strom
(in Gigawatt)



Verbleibender Strombedarf
(in Gigawatt)

* installierte Leistung von 151 GW Photovoltaik- und 102 GW Windenergieanlagen in Deutschland, Anteil Erneuerbarer Energien am Stromverbrauch im Jahresdurchschnitt: 83 Prozent

Quelle: Eigene Darstellung nach Sauer, RWTH JARA Energy
Stand: 12/2018

© 2018 Agentur für Erneuerbare Energien e.V.

Entwicklung der Kraftwerkskapazität

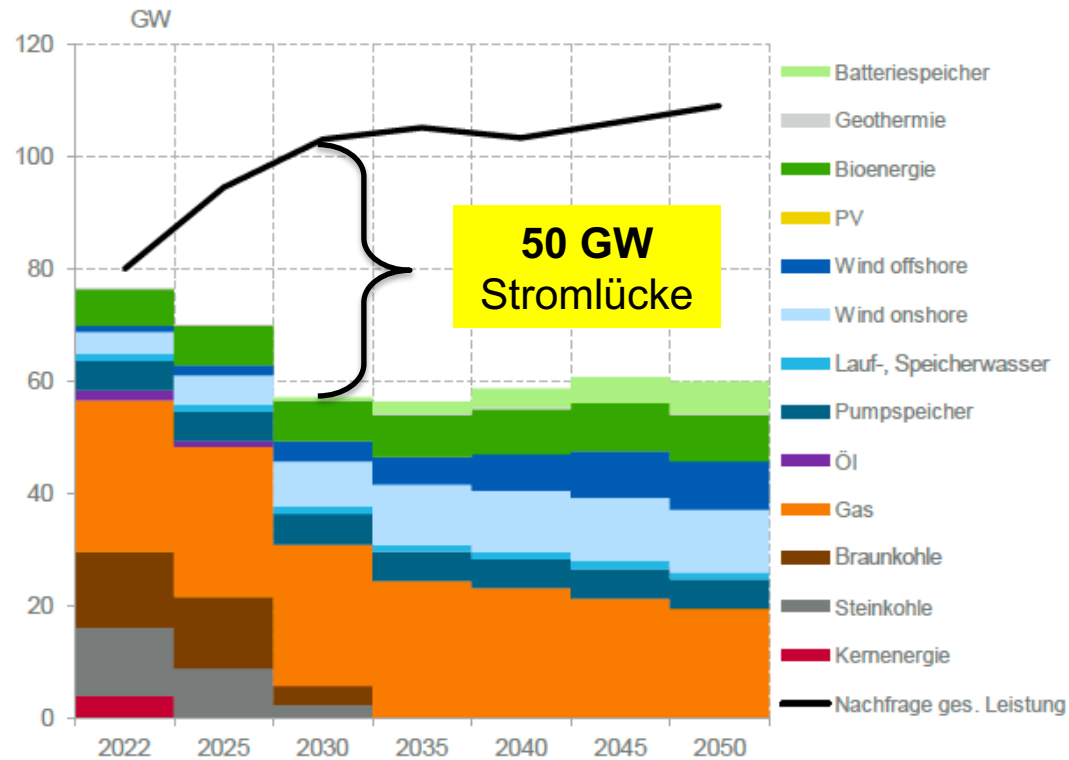


Abbildung 3: Entwicklung der gesicherten Leistung im Vergleich zur Spitzenlast im zeitlichen Verlauf für ausgewählte Stützjahre bis 2050 (Kapazitäten jeweils zum 31.12. eines Jahres)

Eigentlich ermutigend:

Biogas-Flex-BHKW (Speicherkraftwerke)

- passen in den Kraftwerksbedarf (KWS 26)
- bieten kostengünstige Fernwärme (kWP, GEG)
- können Klimaschutz in der Landwirtschaft (auch flächenneutral)
- und den Artenschutz fördern

Die politischen Instrumente sind noch unklar:

- KWK-G, EEG, EEG (neu) - § 39o und p

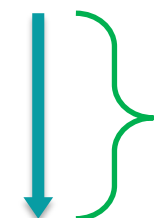
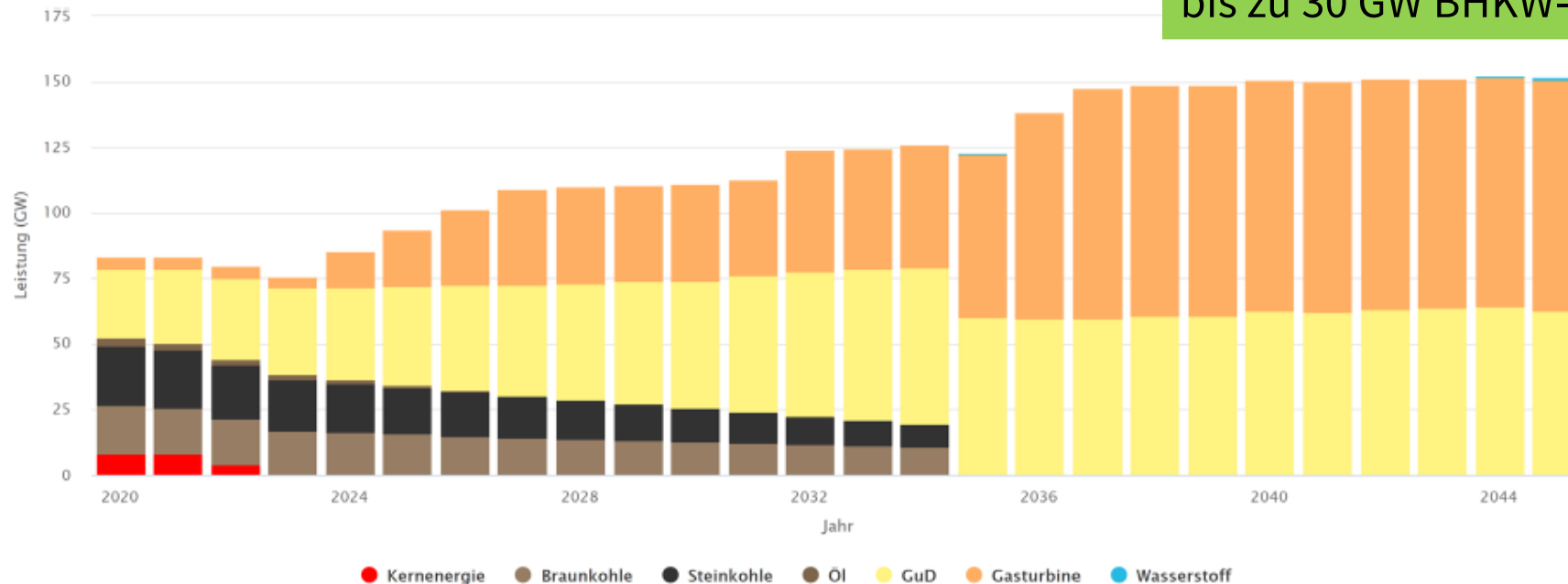
Der Wettbewerb formiert sich:

- GT, GuD, fossil, „H2 ready“!

Szenario mit GuD und Gasturbinen: aber wohin mit dem fossilen CO₂?

Fraunhofer ISE Studie 2021, Szenario Referenz Installierte Leistung konventioneller Kraftwerke

Von 70 GW (bei wachsendem Strombedarf) können Speicherkraftwerke mit Biogas bis zu 30 GW BHKW-Leistung beitragen



ca. 60 TWh_{el}
(heute: 34 TWh)
* 30 GW in 2.000
Jahresstunden

Bundesregierung in der **Plattform Klimaneutrales Stromsystem**

- Die Bundesregierung will bis 2030 ca. 25 Gigawatt steuerbare Kraftwerkskapazität
- no regret: klimaneutrale (Wasserstoff?!) -Kraftwerke oder zumindest H₂-Ready-Anlagen.
- (langfristig sogar 70 Gigawatt, denn der Stromverbrauch steigt)
 - 15 GW in Kraft-Wärme-Kopplung
- PKNS am 5. Juli 2023, (wahrscheinlich davon)
 - 3 GW Biogas Netto-Zubau
 - 3 GW Biomethan Netto-Zubau

= Verdoppelung von derzeit ca. 6 GW aktiver BHKW-Leistung

= bei gleicher Treibstoffmenge Halbierung auf ca. 3.000 Betriebsstunden/Jahr

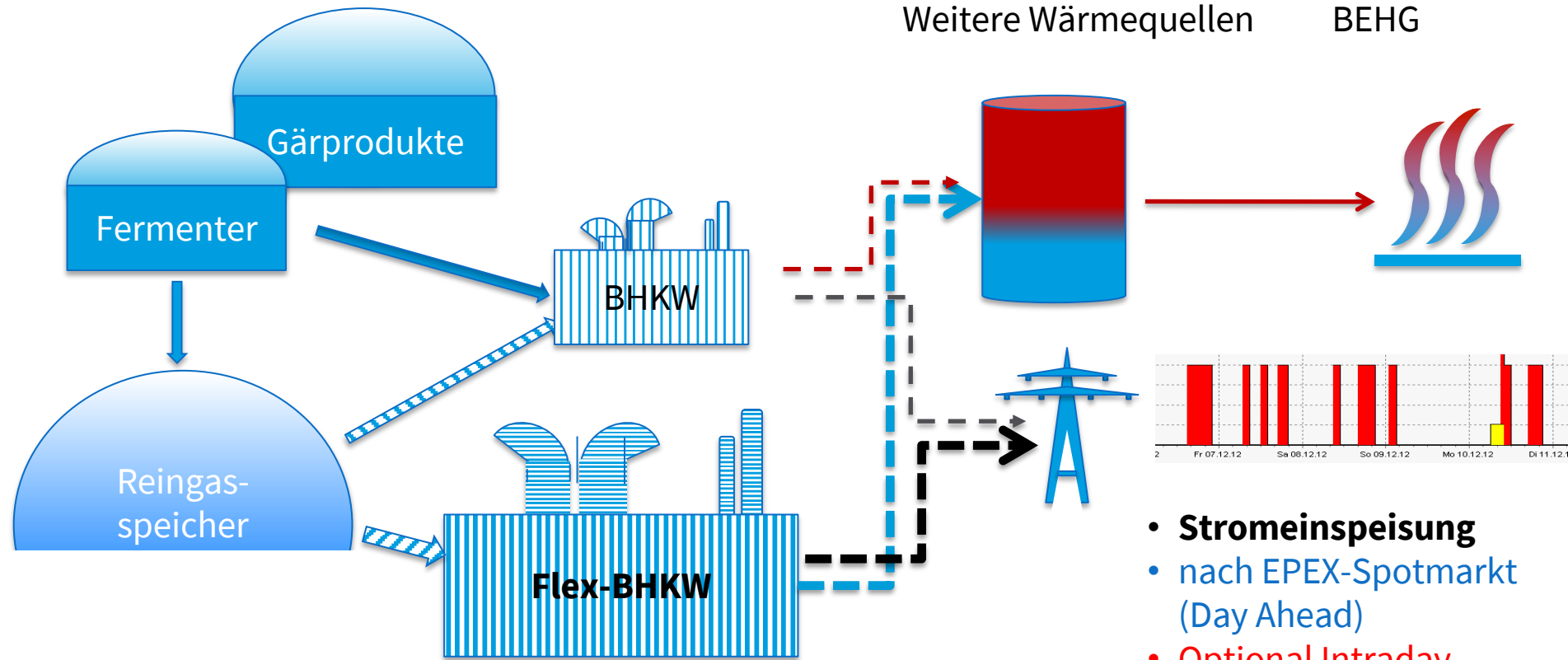
Flexibilitätsprämie verbessert die Konfiguration: Flexprämie + Flex-Zuschlag (2. Förderperiode) finanzieren das voll!

Gasspeicher für Reingas,
12 - 60 Stunden Ruhereichweite
optional: dynamische Fütterung

Zubau Flex-BHKW
Maximale Flexprämie
Minimale Betriebszeit

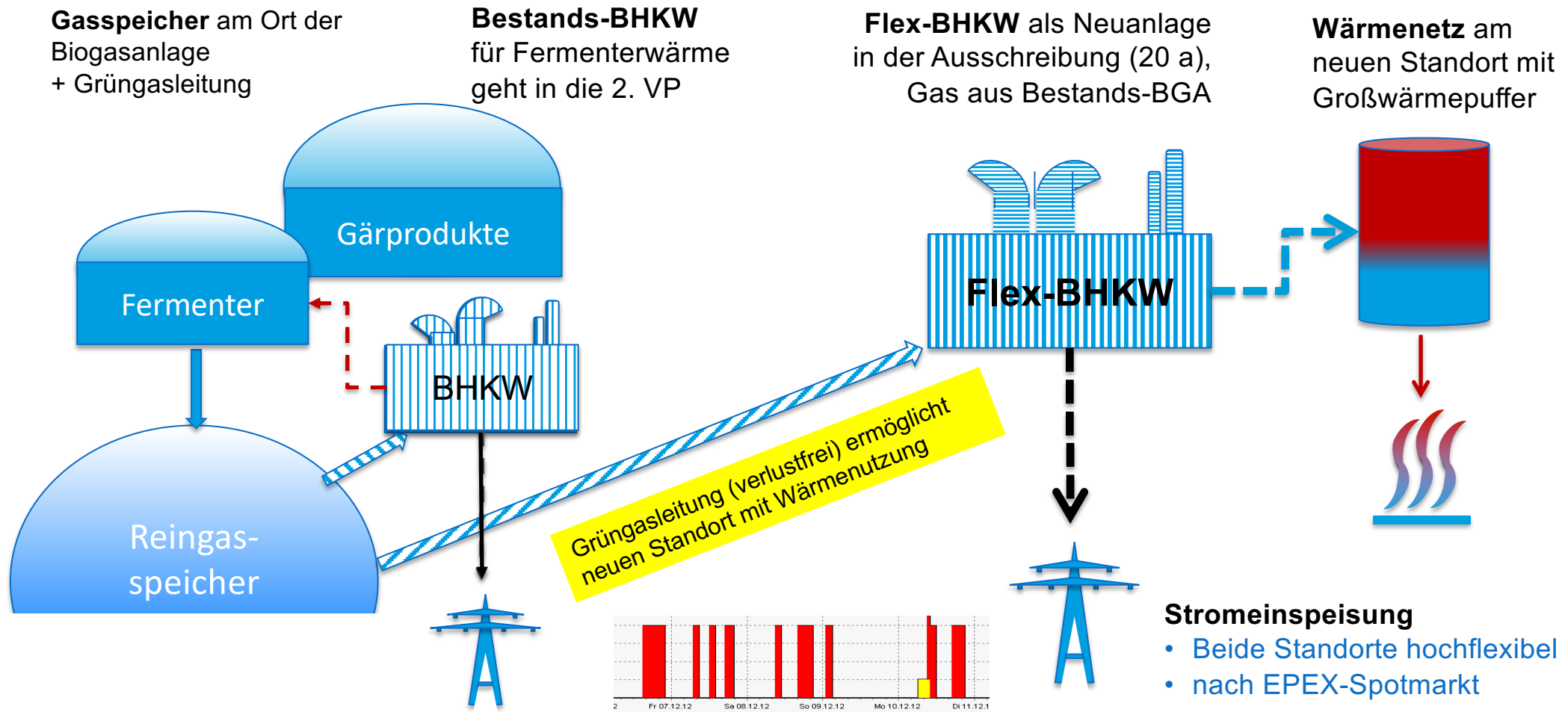
Grosswärmepuffer:
BHKW-Warmhaltung,
Redundanz + Reserve
Weitere Wärmequellen

Wärme:
Nahwärmenetz
Aufwertung durch
BEHG

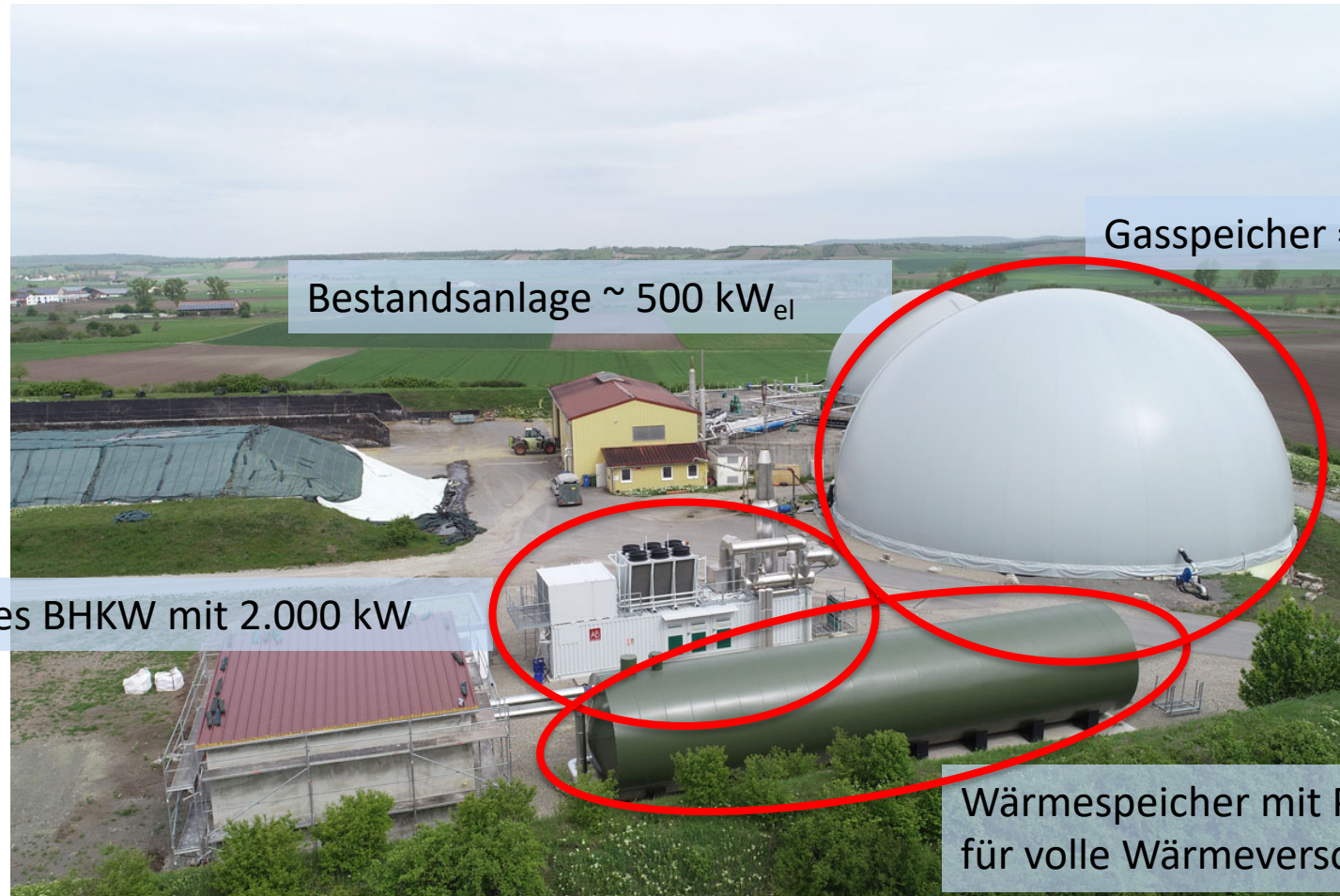


- **Stromeinspeisung**
- nach EPEX-Spotmarkt (Day Ahead)
- **Optional Intraday**

neu durch das EEG 2021: Flexibilisierung durch neuen „Satellit“ an der Wärmenutzung
Radius für Wärmeverwertung wächst von 2 auf über 10 km Entfernung



...oder in dezentralen Speicherkraftwerken,
mit Biogasanlage und Wärmenutzung in der nächsten Ortschaft?
Eines von Hunderten Speicherkraftwerke



Bestandsanlage ~ 500 kW_{el}

Gasspeicher = 30 MWh_{el} Speicher

Neues BHKW mit 2.000 kW

Wärmespeicher mit PtH
für volle Wärmeversorgung



Quelle: Meier/energie aus pflanzen



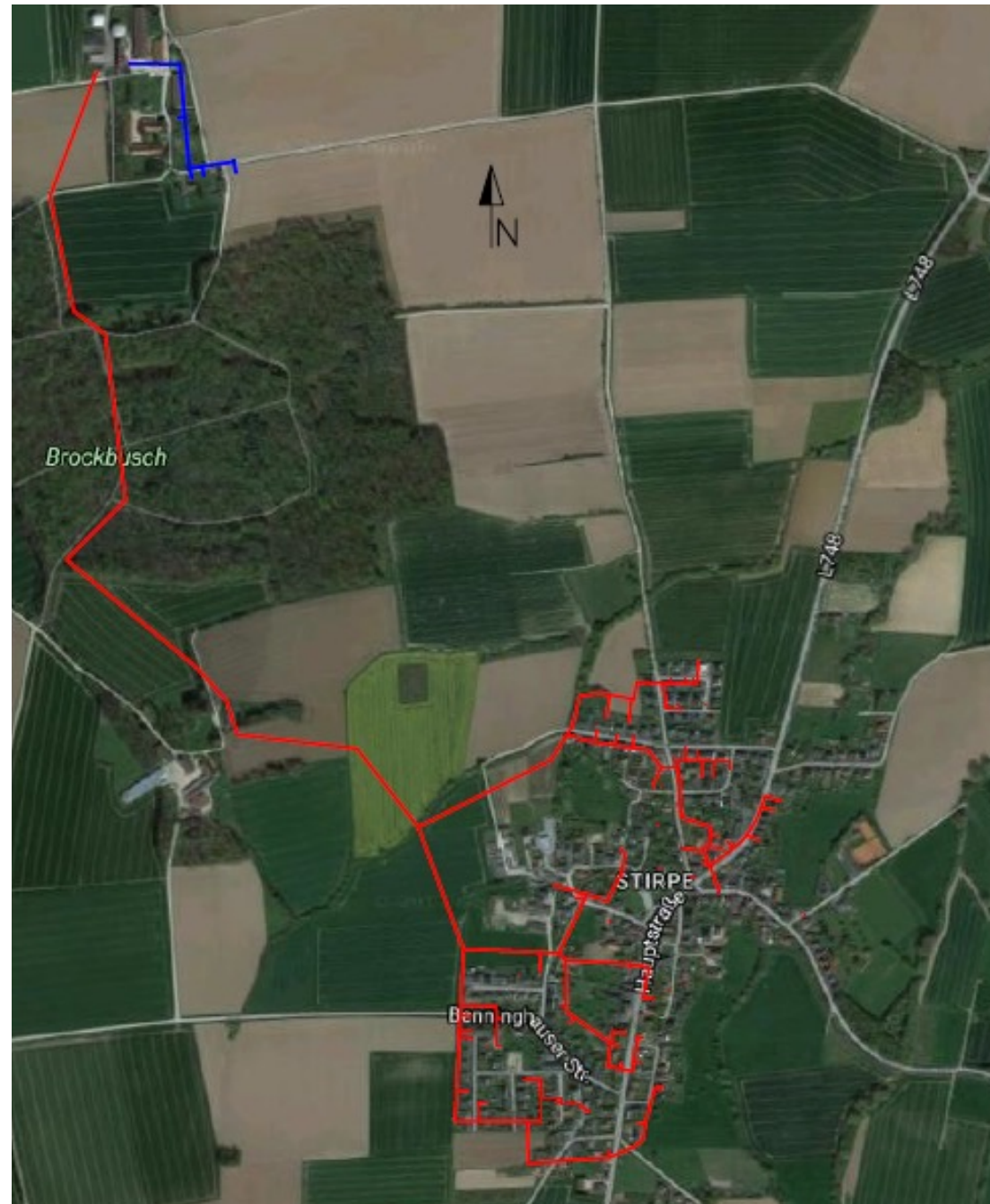
Gasspeicher 6.700m³



Wochenendflexibel: Gasspeicher Rixdorf (15.000 m³)



Ein Wärmenetz

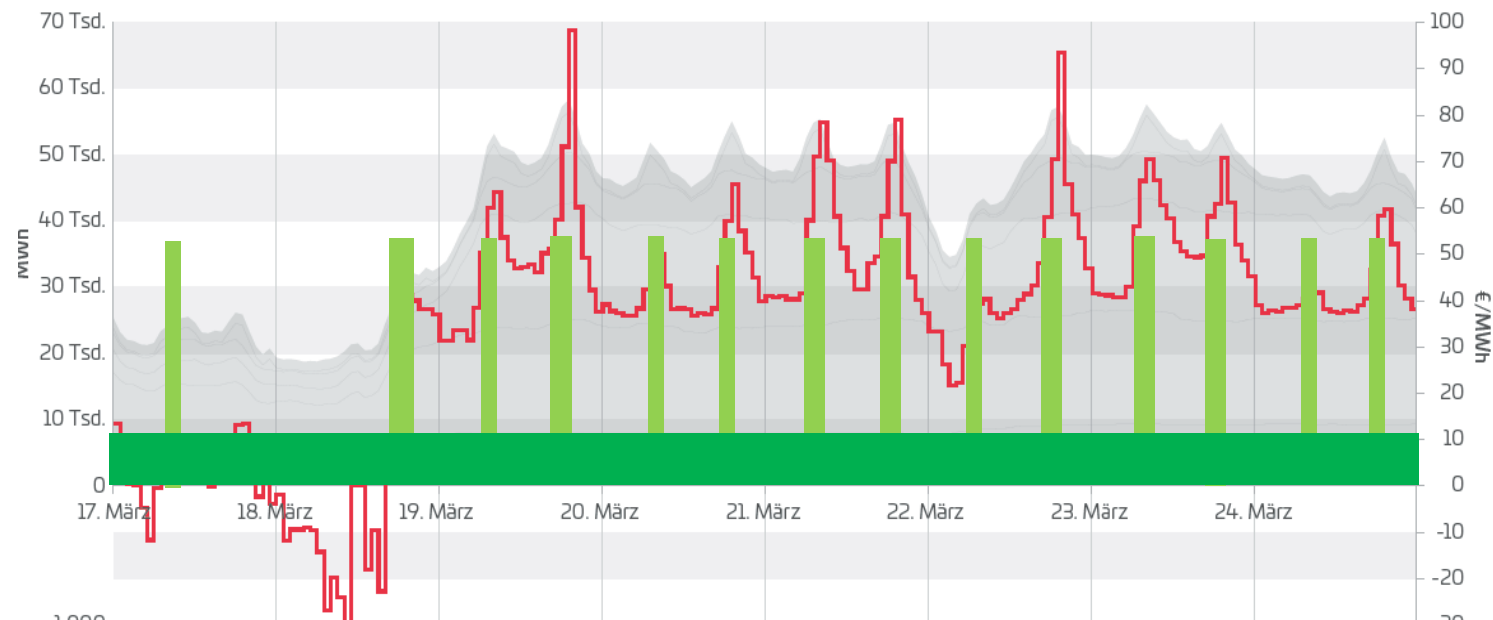


Speicher im Bereich 1.000 bis 5.000 m₃



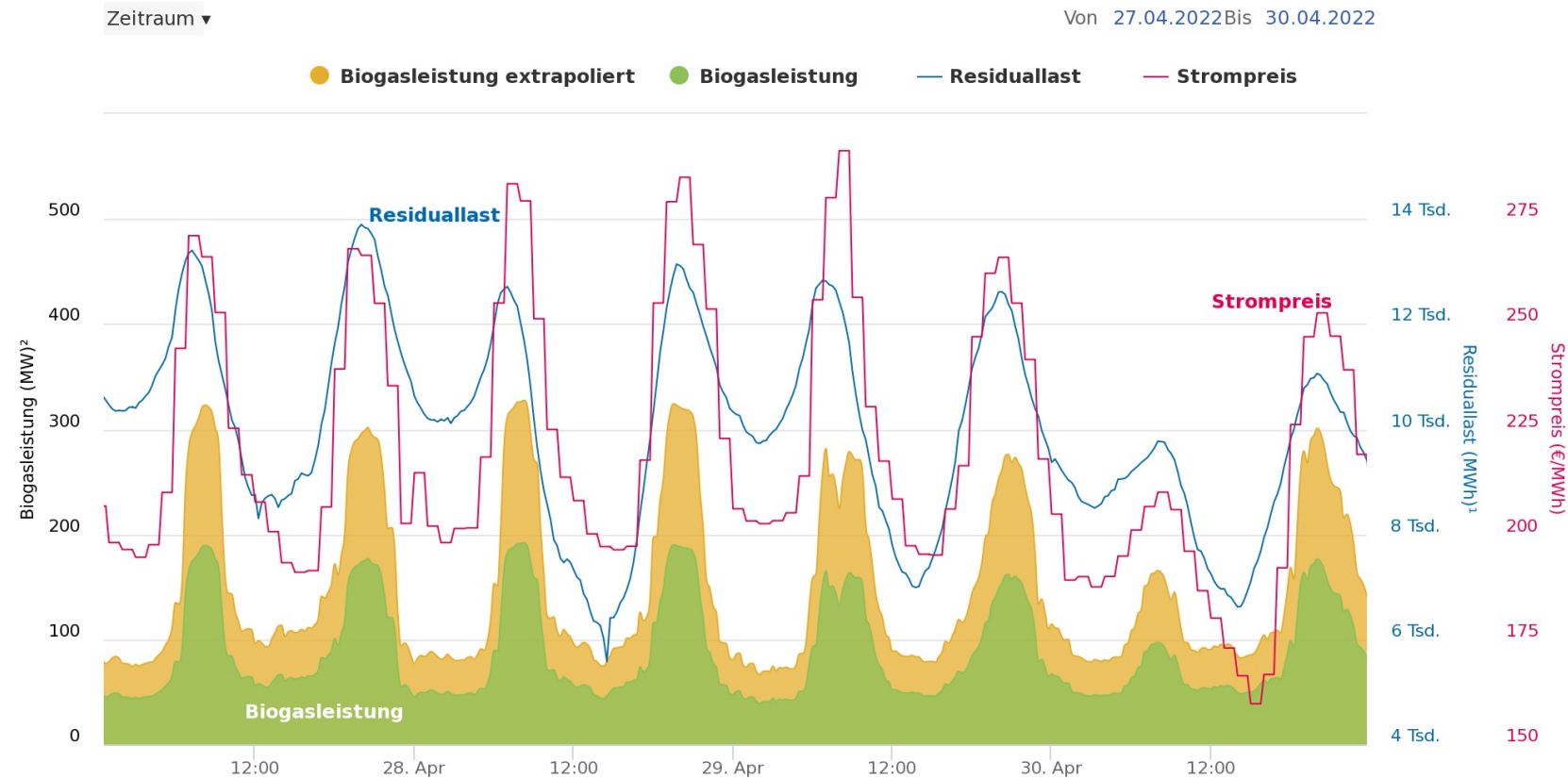
Biogas–BHKW können viel mehr! ... und das bringt auch höhere Erträge!

- Gleiche Biogasmenge, gezielt zur Residuallastdeckung
- 4 – 8-fache Leistung, 1.000 – 2.000 Bh/Jahr
- Gasspeicher und Wärmepuffer für 0,5 – 3 Tage
- Stromerzeugung in Hochpreiszeiten – marktorientierter Anreiz



VisuFlex zeigt: Es geht auch anders. So arbeiten bereits etwa 300 Biogas-Speicherkraftwerke

VisuFlex: Netz-/Systemdienlichkeit von flexibilisierten Biogasanlagen



1 Residuallast bezogen auf Viertelstunden,
2 Biogasleistung basiert auf der viertelstündlichen Biogasstrom-Einspeisemenge
Copyright: FNR e.V. - 2022

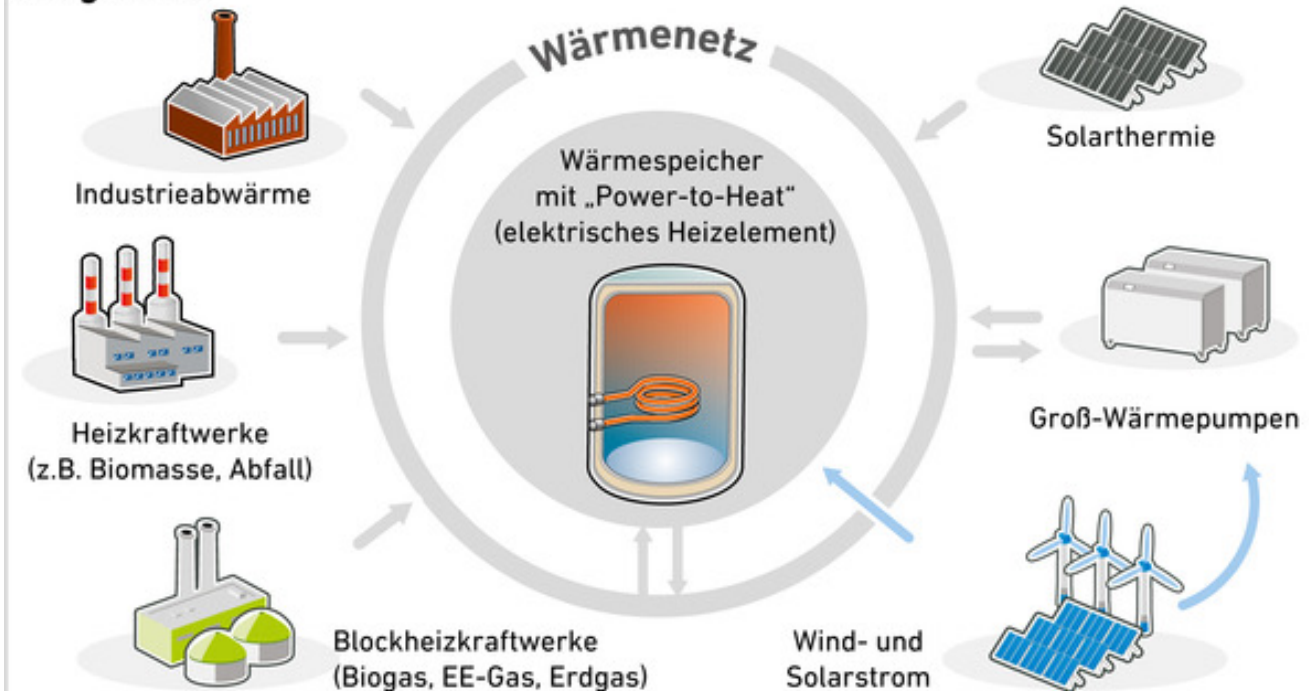
Datenquelle: Agrarservice Lass GmbH, SMARD - 2022

Biomasse ist die gesicherte Leistung im Wärmenetz!

30% Biomasse – 70% andere EE!

Wärmespeicher: Ein zentraler Baustein einer flexiblen Strom- und Wärmeversorgung

Mit Wärmenetzen und Wärmespeichern lassen sich KWK-Anlagen flexibilisieren und Erneuerbare Energien effizient ins Energiesystem integrieren.



Quelle: nach Hamburg Institut. Stand: 02/2015

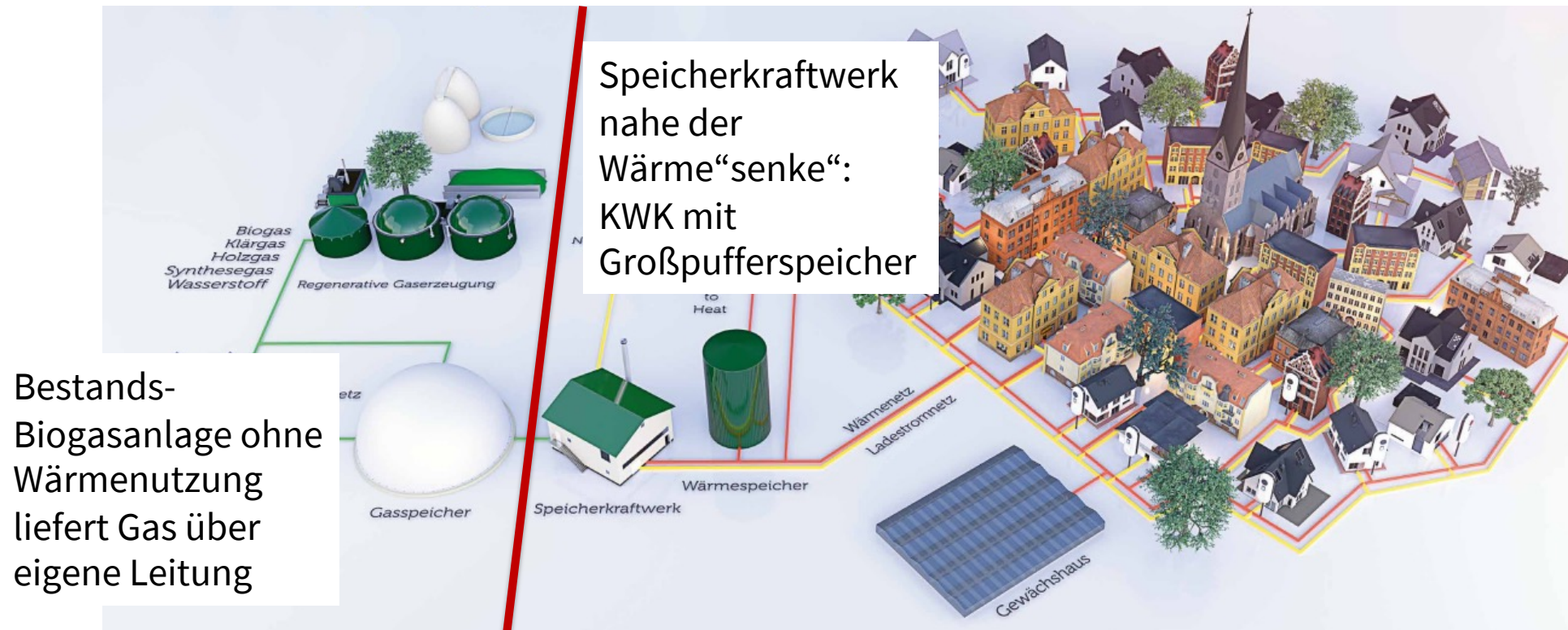
© 2017 Agentur für Erneuerbare Energien e.V.



AGENTUR FÜR
ERNEUERBARE
ENERGIEN
unendlich-viel-energie.de

Das regenerative Speicherkraftwerk

- Biogas-KWK + Großpufferspeicher liefern sicher Strom und Wärme fürs Netz
- Integrieren Power-to-Heat, Solarthermie, Abwärme, Wärmepumpe, H₂-Elektrolyse, perspektivisch: Methanisierung und Gasnetz-Einspeisung
- Infrastruktur ist H₂-ready und kann das Gasnetz reversibel mit nutzen



Zuschlagsfähige Vollbenutzungsstunden (Spotmarktpreis >0€/MWh)

- ▶ Begrenzung der jährlich förderfähigen Vollbenutzungsstunden
 - ab 2021: **5.000 Vbh/a**
 - ab 2023: **4.000 Vbh/a**
 - ab 2025: **3.500 Vbh/a**
 - **NEU** ab 2026: **3.300 Vbh/a**
 - ab 2027: **3.100 Vbh/a**
 - ab 2028: **2.900 Vbh/a**
 - ab 2029: **2.700 Vbh/a**
 - ab 2030: **2.500 Vbh/a**
- ▶ Ziel: Stärkung des bereits vorhandenen Anreizes für eine flexible und vor allem systemdienliche Fahrweise
- ▶ KWK-Anlagen/iKWK-Systeme in der Ausschreibung: unverändert **3.500 Vbh/a**

Einführung mit KWKG 2020

Gilt bereits bei
(Wieder-) Aufnahme
des Dauerbetriebs
ab 01.01.2020

Fortschreibung durch
KWKG 2023-Entwurf

NEU

Laut Begründung
sowohl für **Neuanlagen**
als auch für **bereits im
Betrieb befindliche
Anlagen**

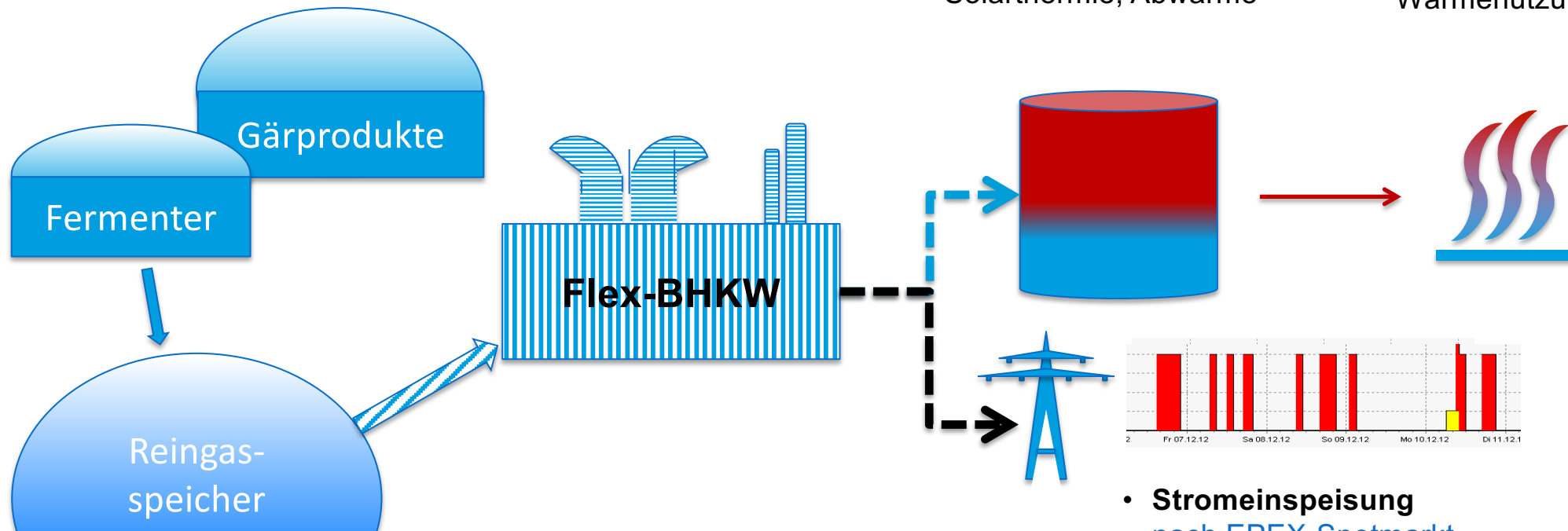
Neue Biogasanlage mit VoV: immer als Speicherkraftwerk auslegen!

Gasspeicher (Reingas),
> 60 Stunden Ruhereichweite
Ergänzung: Flex-Fütterung

Flex-BHKW: bis 8-fach
(Flexzuschlag 1.300 €/kW !)
1.000 – 2.500 Stunden/Jahr

Grosswärmepuffer:
Für BHKW-Warmhaltung +
Wärmenetz. PtH,
Solarthermie, Abwärme

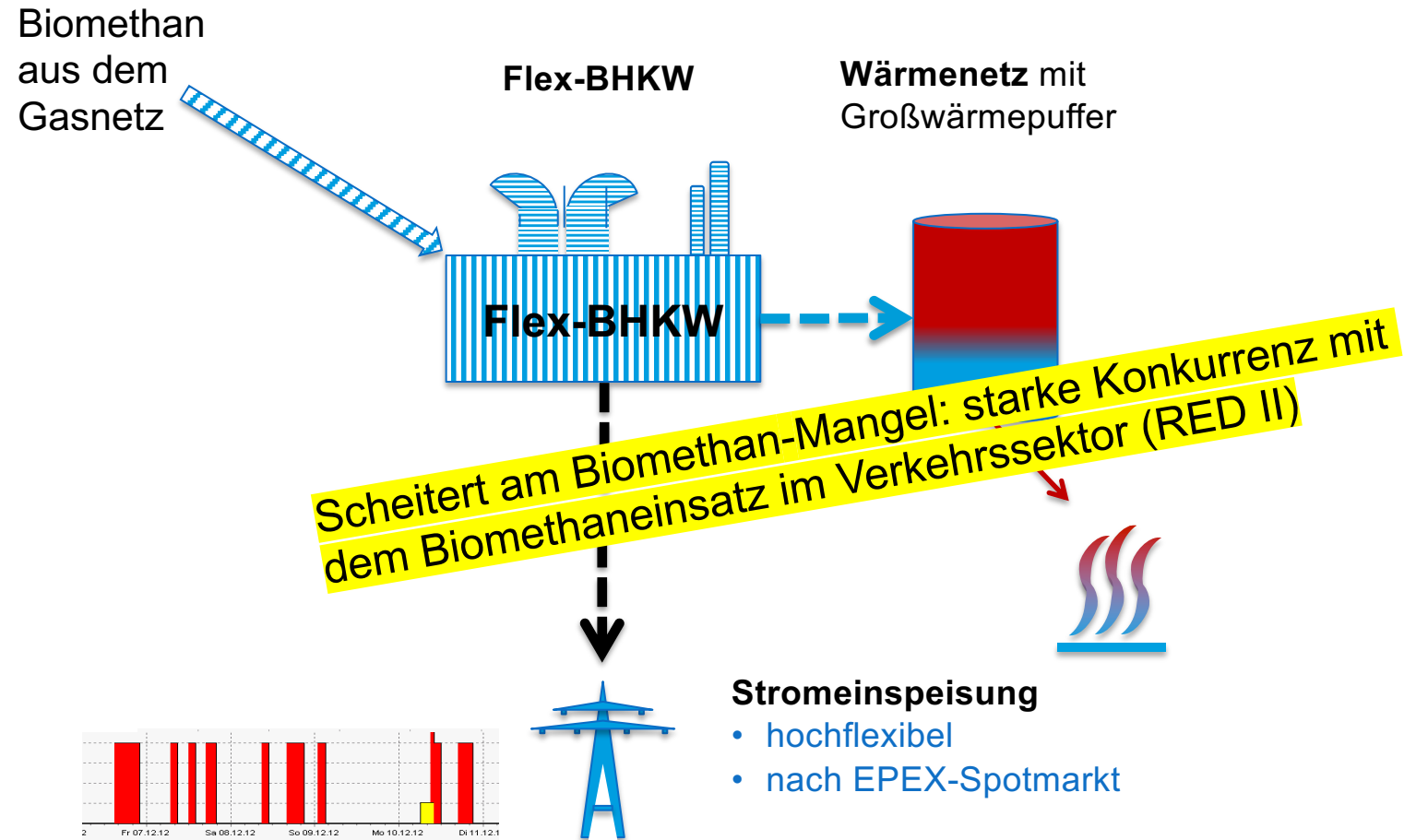
Wärme:
Nahwärmenetz,
gewerbliche
Wärmenutzung



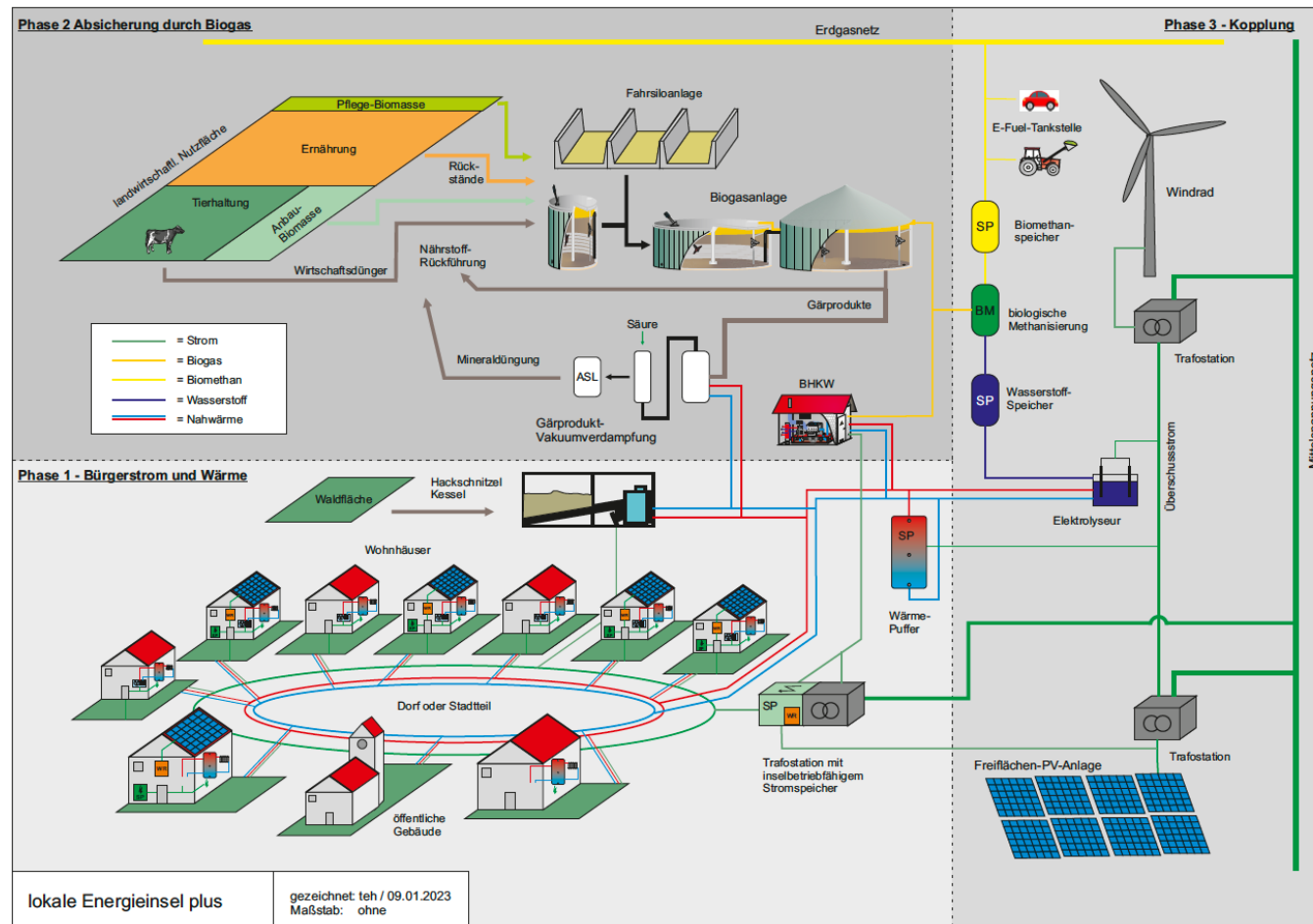
- **Stromeinspeisung**
- nach EPEX-Spotmarkt (Day Ahead)
- Intraday
- + negative Flexibilität PtH

Neues Ausschreibungssegment im EEG 2021: “Peaker”: Der Umweg über das Gasnetz ist nicht nötig!

- Ausschreibung Neuanlagen
= 20 Jahre EEG-Laufzeit
max. 15 % Bemessungsleistung
= 1.314 VBh/a (Stunden/Jahr)
- 1. 12. 2021: 150 MW, voll vergeben
(ohne BImSchG, in ganz DE)
- 1.12.2022:
max 10 % Bemessungsleistung
= 500 – 876 VBh/Jahr
(mit BImSch, nur Südregion)
- Misserfolg: nur 3,5 MW Gebote
- Achtung: keine Grenze auf 10 MW
Gasturbinen können mitbieten



Von der Biogasanlage mit Wärmenetz zum Speicherwerk mit Wasserstoffherzeugung und Gasnetzanbindung



- Biogas-Speicherwerk erzeugt klimafreundliches Biogas
- Wärmenetz verwertet > 80 %
- Überschussstrom wird auch als Wärme genutzt:
 - PtH
 - Wärmepumpe
 - Elektrolyseur
- Wasserstoff nutzt Biogas-Infrastruktur
 - Wärmenetz für Abwärme
 - CO₂ für Methanisierung
 - Gasspeicher als Puffer
 - BHKW zur Verwertung
 - Optional: Gasnetzanschluss zur Ein- und Rückspeisung
- Ergebnis: Verdoppelte Reichweite des SKW

Potenziale für Biogas ohne Flächenverbrauch

Biomasse, deren Kohlenstoff ansonsten ungenutzt in die Atmosphäre entweichen würde

Anforderungen an die Naturverträglichkeit:

- **Bioabfälle** - Gärreste sind zu kompostieren
- **Gülle/Mist** – der Viehbestand ist über eine Koppelung an die Fläche zu begrenzen
- **Schnittgut aus Landschaftspflege** (einschl. Wegränder) – die Mahd darf nicht zur ökologischen Falle werden
- **Paludikulturen** – wenn die Biomasse nicht stofflich genutzt werden kann und die Flächen nicht beweidet werden können
- **Schnittgut Grünland** - 1 bis max. 2 Mahdtermine pro Jahr / mindestens 8 Wochen Ruheintervall
- **Stroh** – der Humusaufbau muss gewährleistet sein



Potenziale für Anbaubiomasse

Biomasse, die degradierte und vormals intensiv bewirtschaftete Flächen aufwertet

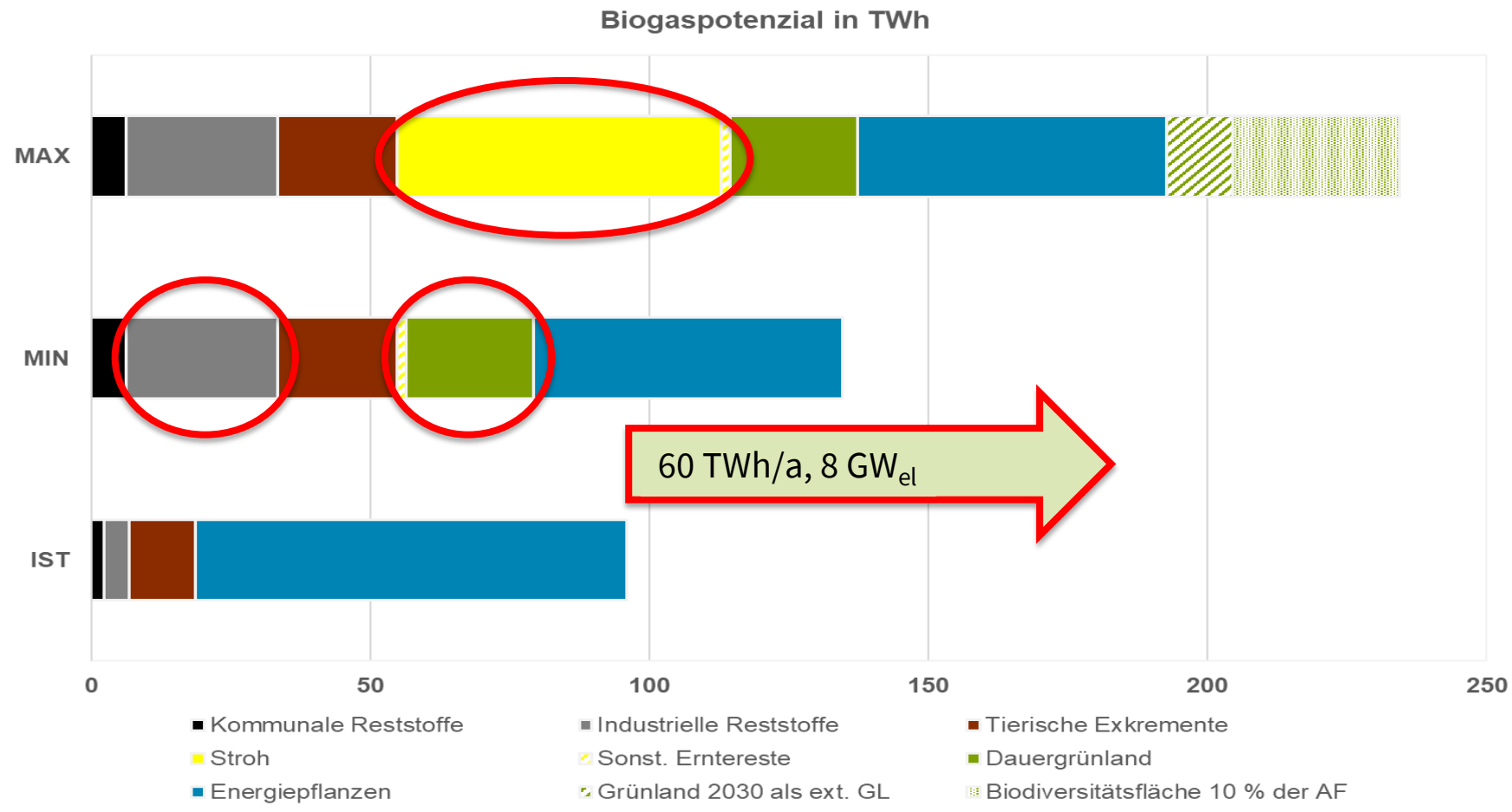
- **Blühkulturen / Wildpflanzenmischungen**
 - wenn mindestens 10 % der Fläche nicht gemäht werden:
 - Humusaufbau
 - Schaffung von Lebensraum, v. a. für Insekten



NABU

„Es kommt immer darauf an, was vorher war“

Doppelt so viel Biogas wie heute mit weniger Mais, Stroh, Mist, Blühpflanzen, Klee gras und Silphie:



Fazit

- Für lokale Wärmenetze ist Biogas eine sehr attraktive Option:
 - Sichere Erzeugung
 - Kostengünstig durch Koppelerzeugung mit Strom
 - Fördert Naturschutz in der Landwirtschaft
 - Entwicklungsfähig durch Großpufferspeicher
- Vorgehensweise
 - Biogasanlage und Wärmenetz finden
 - Aufbau Speicherkraftwerk (als Satellit)
 - Integration Umweltwärme
- Perspektive: Biogas-SKW werden die ersten EE-Anlagen, die keine Subvention mehr brauchen!
 - Spitzenlaststrom
 - Wärmeerzeugung
 - Stoffstrom/Nährstoffmanagement
 - THG-Minderung

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

FL(EX)PERTEN
NETZWERK FLEXIBILISIERUNG

Kontakt:

Uwe Welteke-Fabricius

www.kwk-flexperten.net

Mail: UWF@kwk-flexperten.net

