

FNR/KTBL 8. Kongress "Biogas in der Landwirtschaft - Stand und Perspektiven"

Projekt „VisuFlex“ –Stromeinspeisung von Biogasanlagen:
Herausforderungen für Biogas-Speicherkraftwerke im klimaneutralen Stromsystem



12. September 2023

Dipl.-oec. Uwe Welteke-Fabricius

Biogas: Ideal für alle Verwendungen.

Aber gewachsen aus dem Strommarkt im EEG!

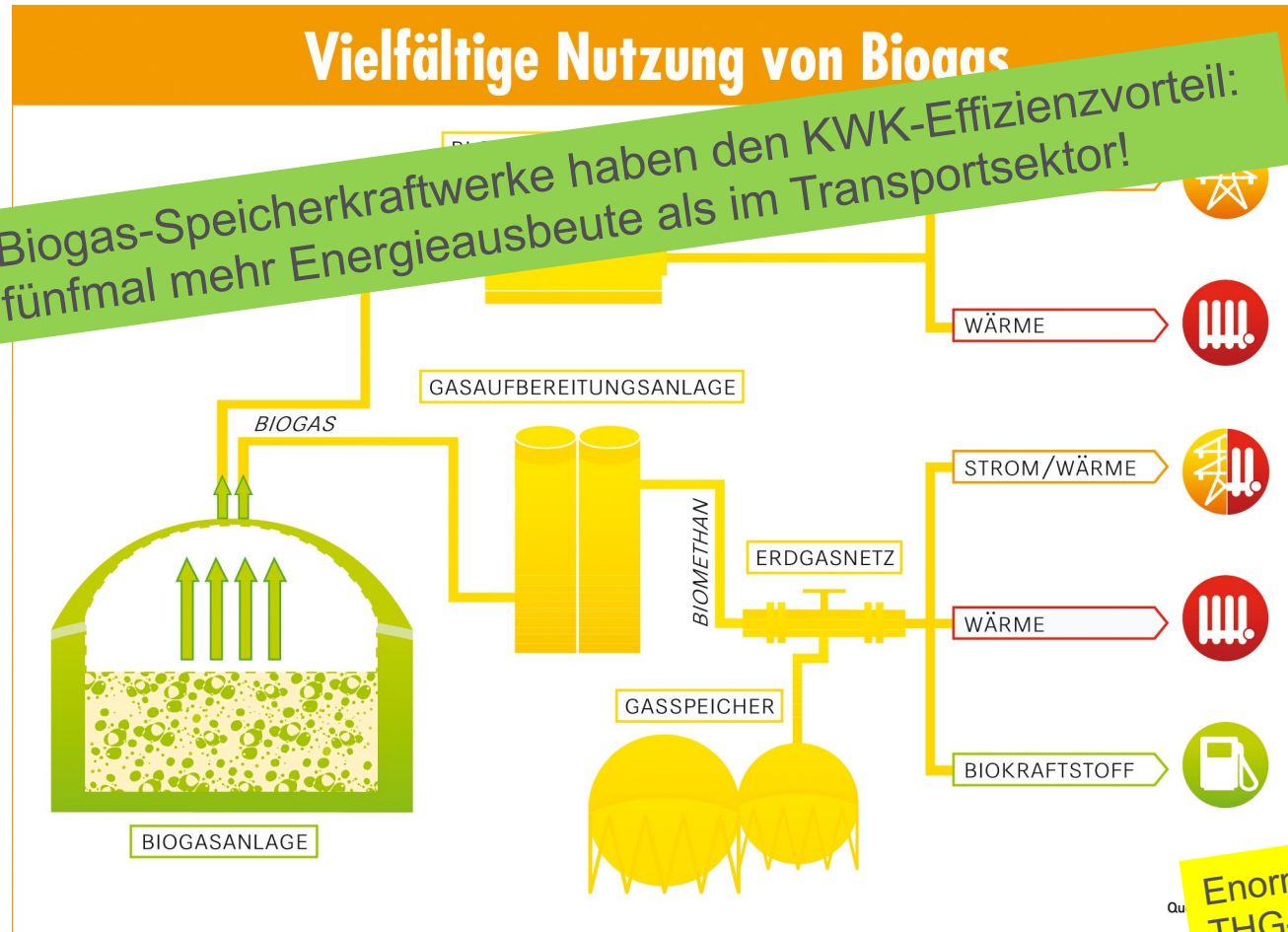
Mengenverhältnis von 100 TWh/a
= 10 Mrd. m³ Methan/Jahr

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

Biomethan
heute: ca. 10 %

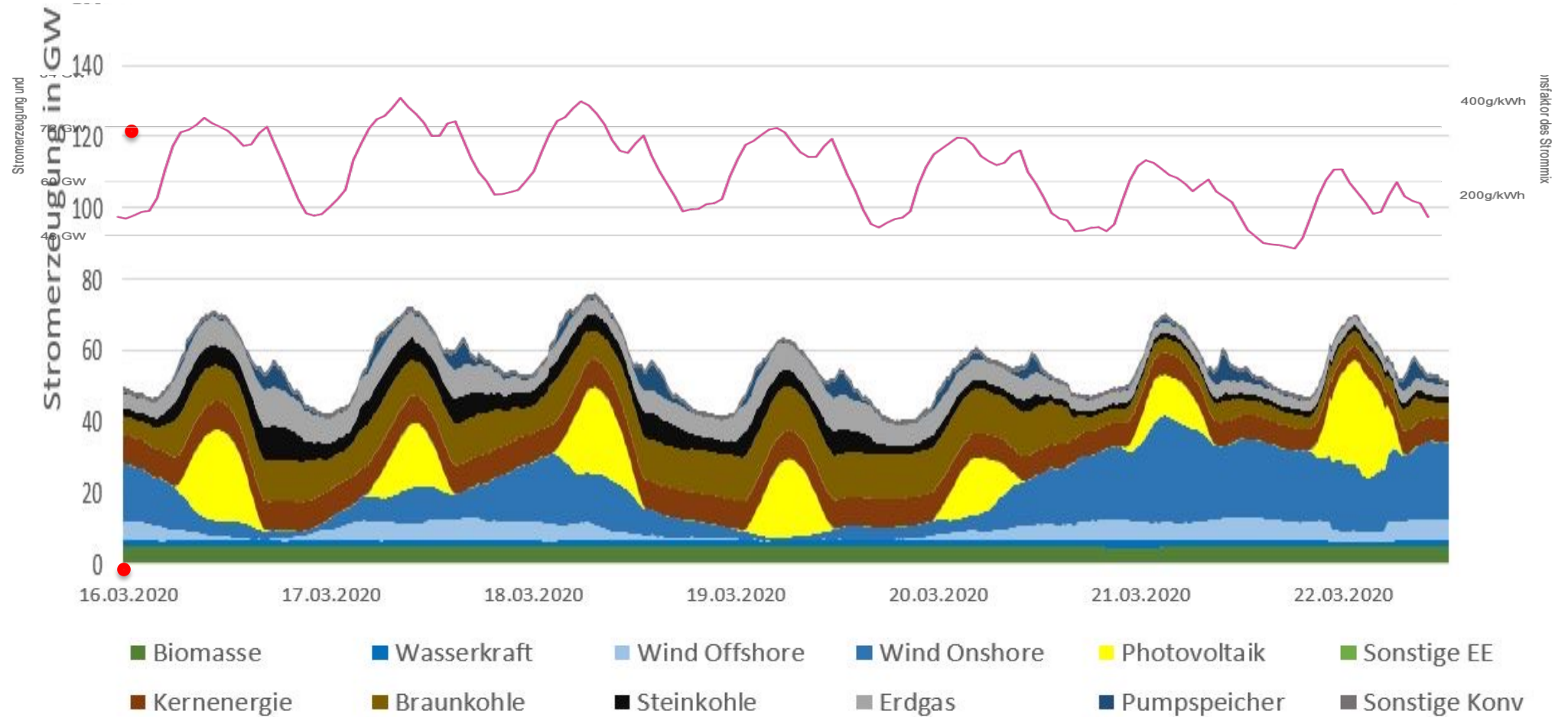
Kraftstoff
ca. 3 % (2025)

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!

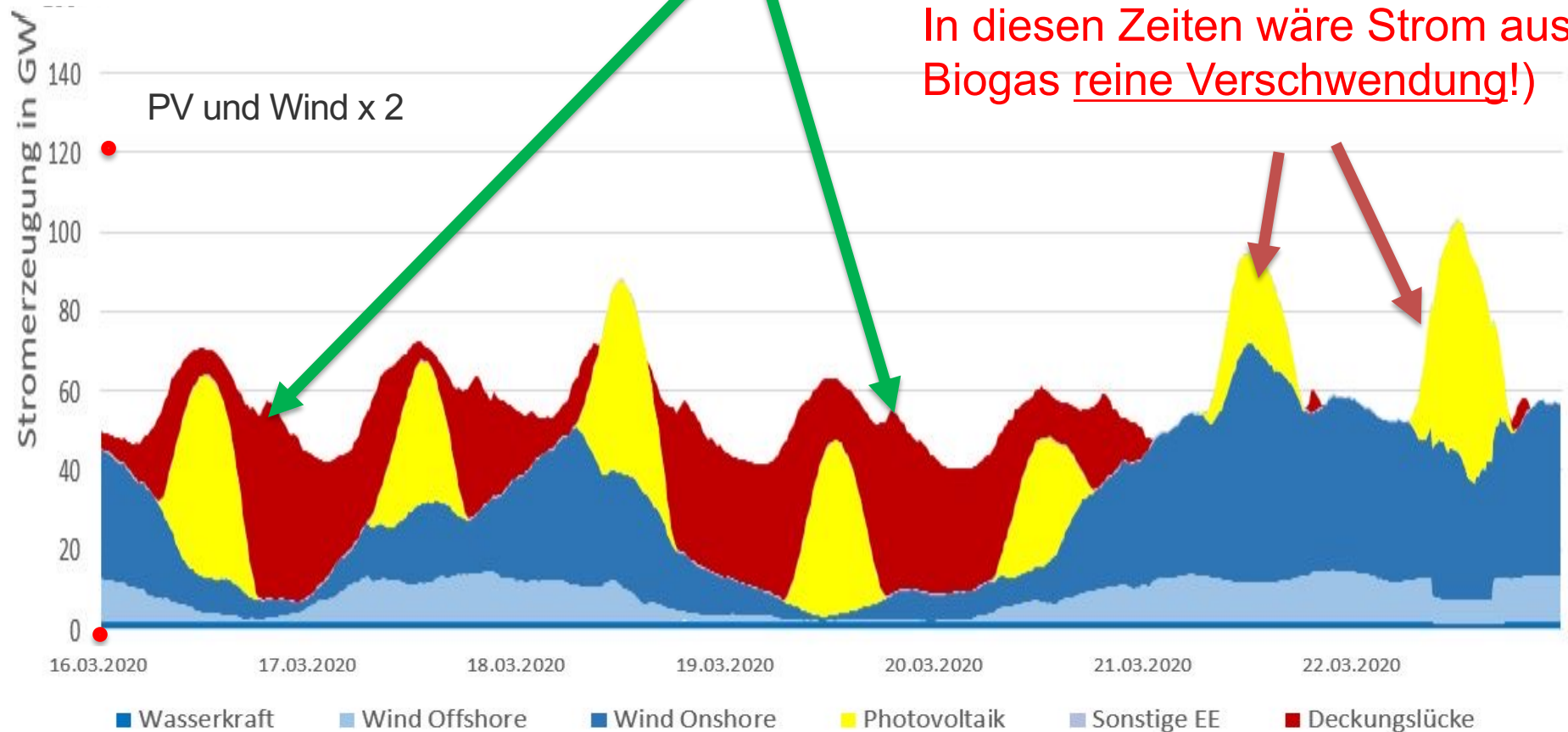


Biogas-Speicherkraftwerke haben den KWK-Effizienzvorteil:
fünffmal mehr Energieausbeute als im Transportsektor!

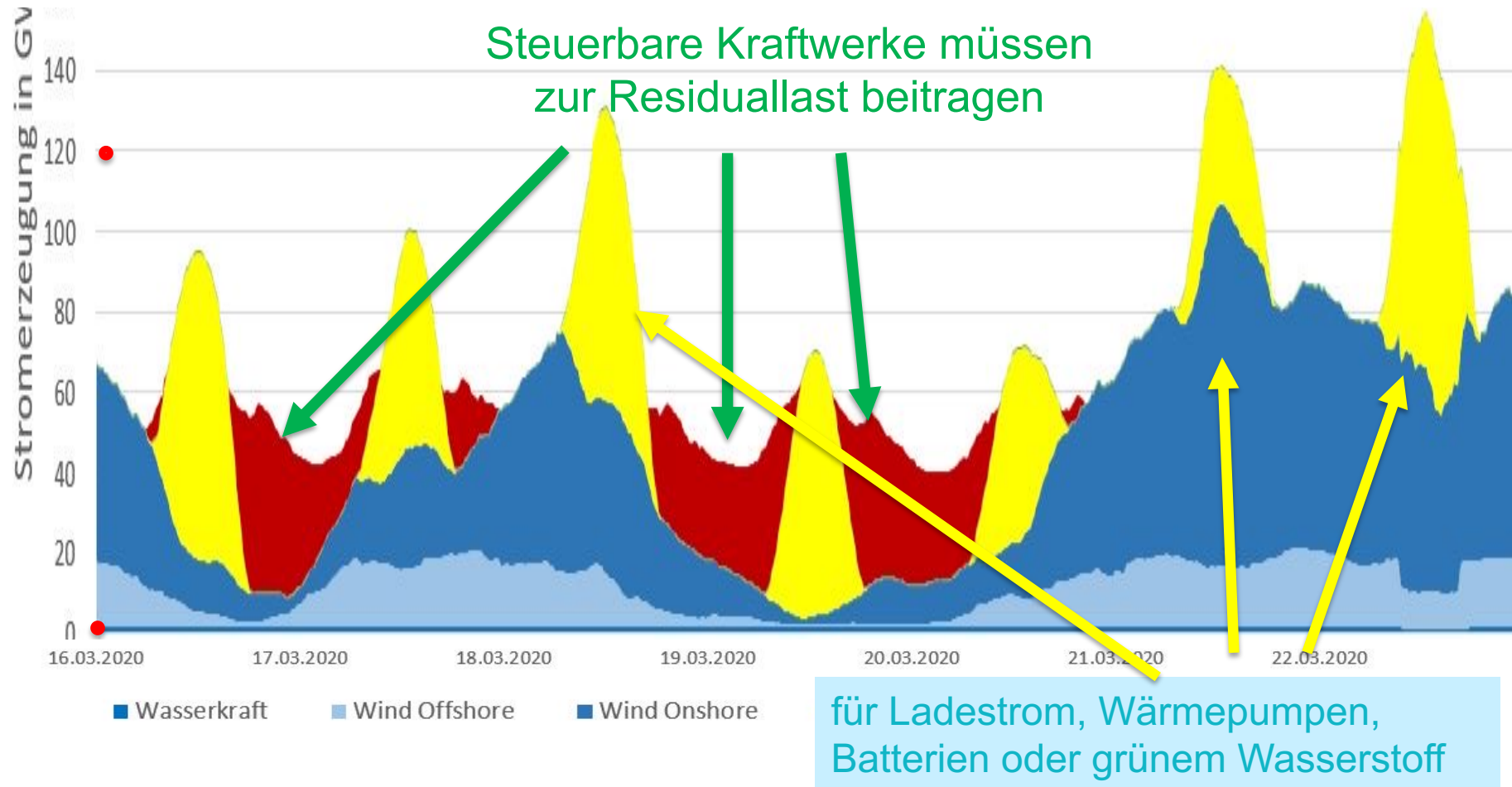
Stand 2022, bei knapp 50 % EE im Stromnetz
 Die Bedarfsdeckung schwankt von 10 – 100 %,
 Die Residuallast pendelt von 0 bis 60 GW



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.



Speicher für EE-Übermengen? Gute Idee. Wie viel kosten Stromspeicher?

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

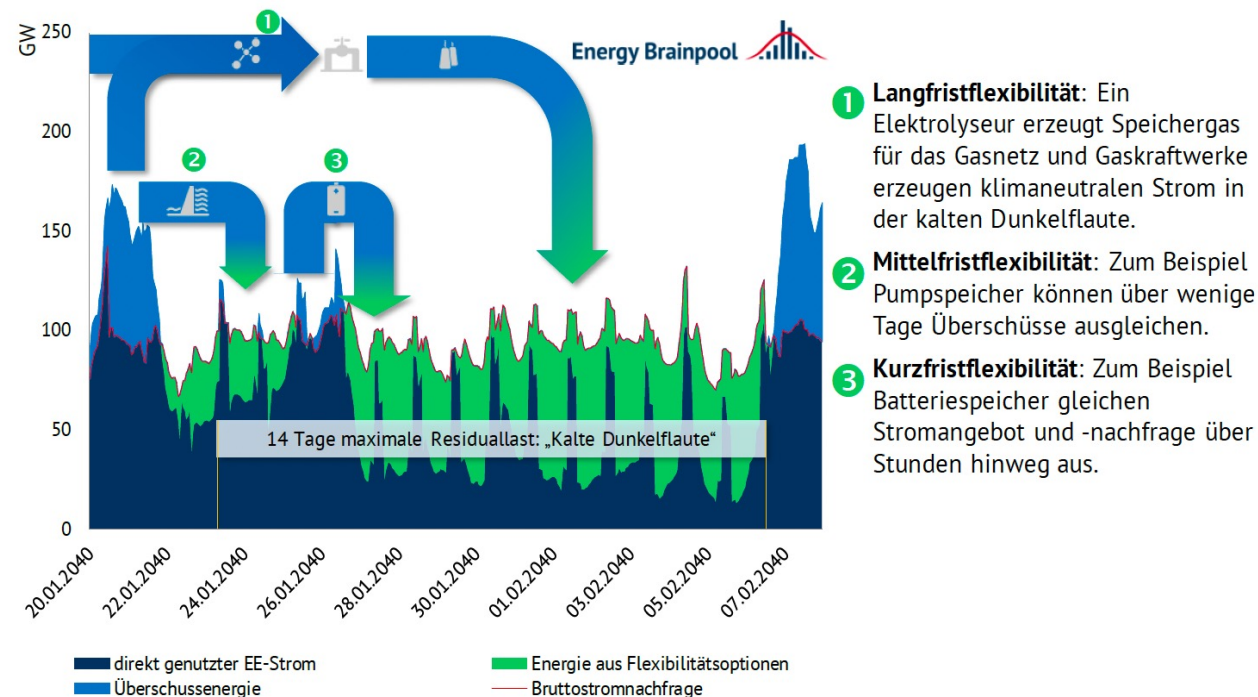


Abbildung 1: Die Rolle von Technologien zur Energiespeicherung in einem kohlefreien Stromsystem (u.a. Batterie- und Pumpspeichersysteme, Wasserelektrolyse mit Wasserstoffspeicherung und -rückverstromung in Kraftwerken)

- Annahmen
 14 Tage kalte Dunkelflaute
 50 GW Unterdeckung
 $14 * 24 * 50 = 16,8 \text{ TWh}$
 Speicherentnahme
- aus Batterien?
 400 €/kWh
 250 €/kWh
 100 €/kWh
- Mittlere Annahme:
 4.000.000.000.000 €
= 4 Billionen €

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)



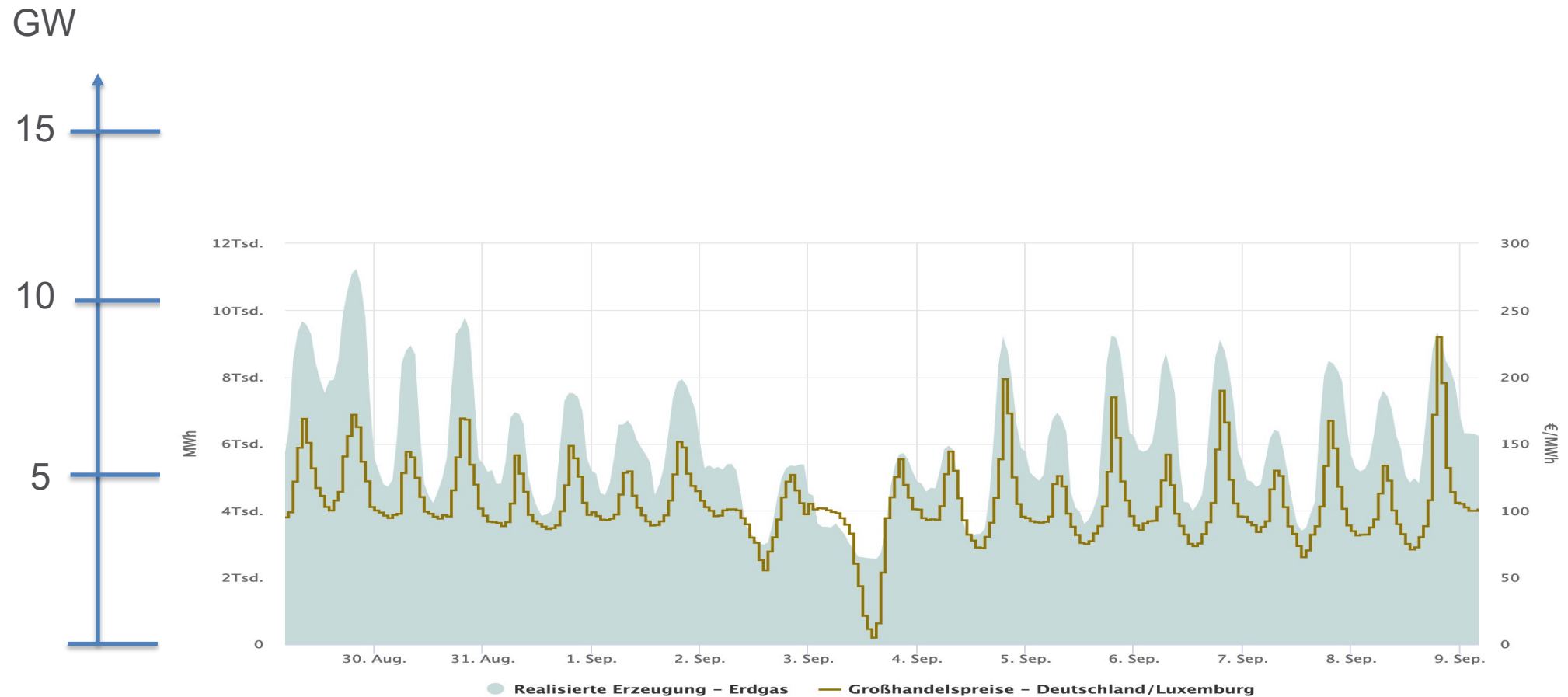
Verbleibender Strombedarf
(in Gigawatt)

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

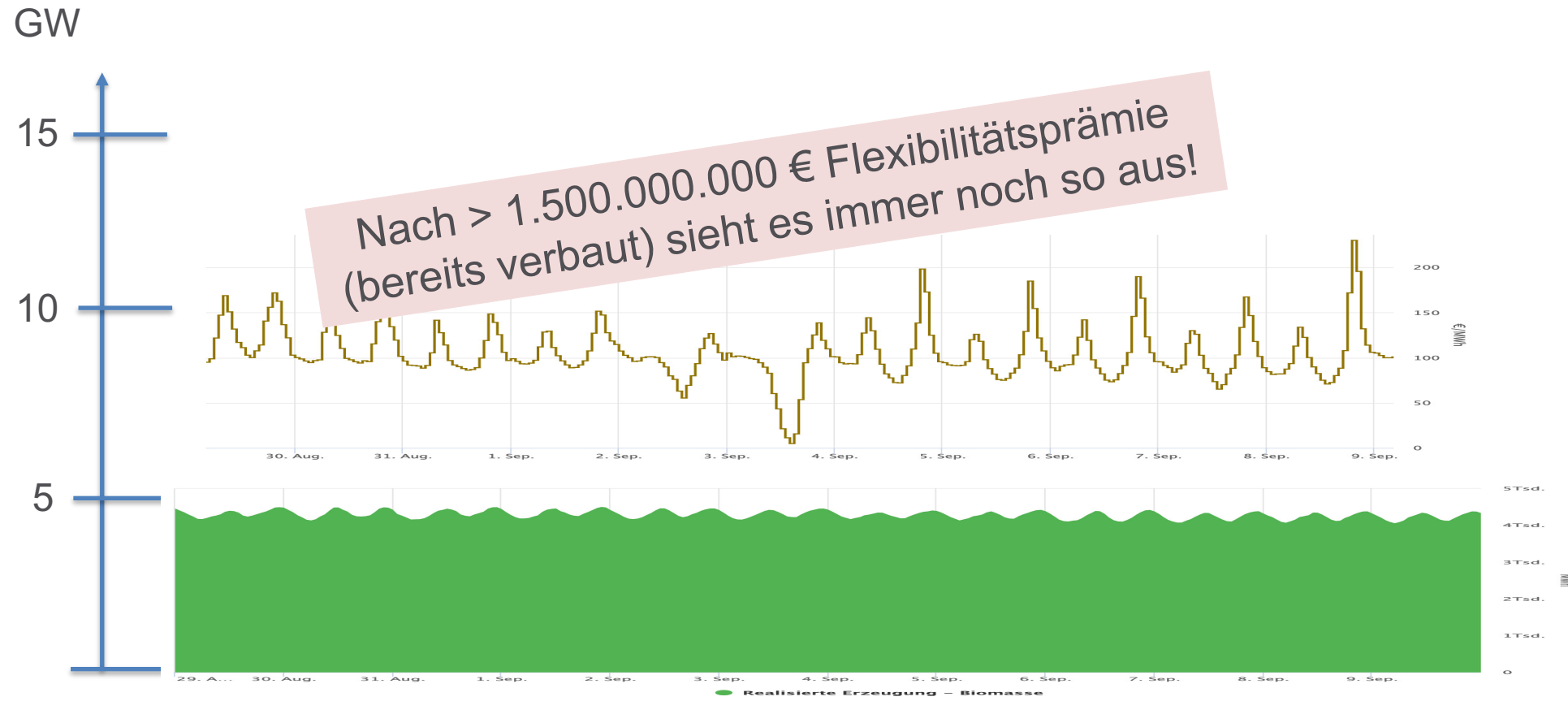
Quelle: Eigene Darstellung nach Sauer, RWTH JARA Energy
Stand: 12/2018

© 2018 Agentur für Erneuerbare Energien e.V.

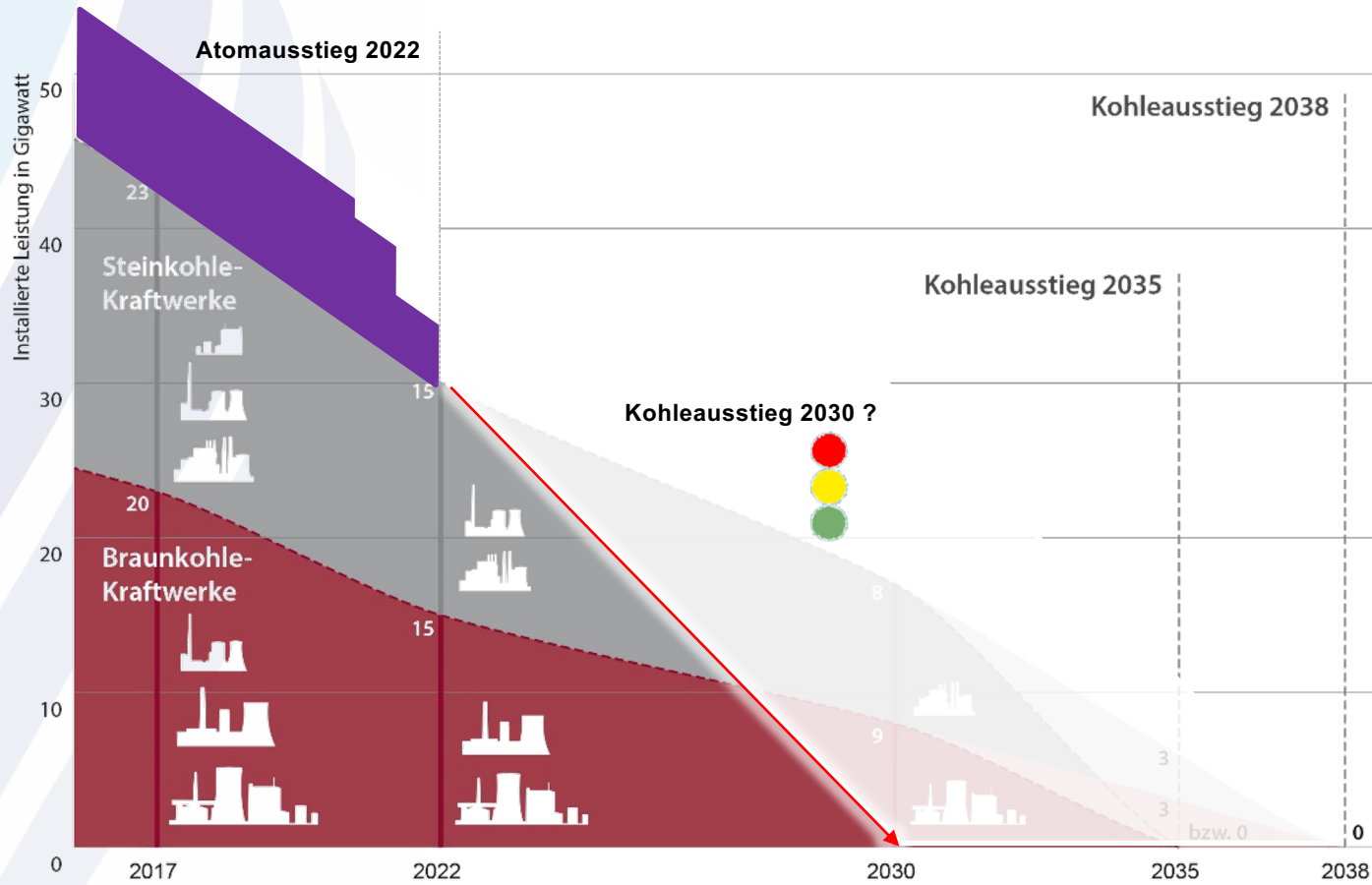
Fossiles Erdgas, in Gasturbinen und KW flexibel zwischen 3 und 11 GW



Das sehen Politik und Öffentlichkeit: Einspeisung von Strom aus Biomasse als nahezu preisunelastisches Lastband.



Kohleausstieg bis 2035/2038 in Deutschland Geplante Stilllegung der Braun- und Steinkohle-Kraftwerke



Ja.
Effizient, hochflexibel, dezentral
mit Wärmenutzung,
schnell verfügbar, kostengünstig
mit nachhaltigem Gas betrieben:
Biogas-Speicherkraftwerke.
Potenzial: 15 GW im Bestand
15 GW Zubau sind möglich
- auch ohne Anbaubiomasse

Rahmenbedingungen

- Strom und Wärme aus Biogas sind ein wichtiger Beitrag zur Energiewende
- Biogas liefert Strom aus kurzfristig verfügbaren Speichern (Biogas und Substratvorräten) und eignet sich speziell zur Residuallastdeckung
- Die Flexibilisierung des Biogas-Anlagenbestands kann die Stromnetze entlasten und damit Netzausbaukosten senken
- Biogas ist ein wichtiger Absatzmarkt für die Landwirtschaft
 - Biogasanlagen sind zunehmend wichtig für landwirtschaftliche Stoffstrom-Systeme (Viehhaltung, Düngemittel, Nitratbelastung)
 - Mit Biogas können Landwirte aus der Wertschöpfung der Kreislaufwirtschaft profitieren
 - Der Anbau von innovativen Biogassubstraten kann zur Klimaverträglichkeit der Landwirtschaft beitragen
- Die bestehenden Biogasanlagen sollten erhalten, modernisiert, ausgebaut werden
- Dafür muss ihr Energieoutput zunehmend systemdienlich, zukunftsfähig, hochwertig werden

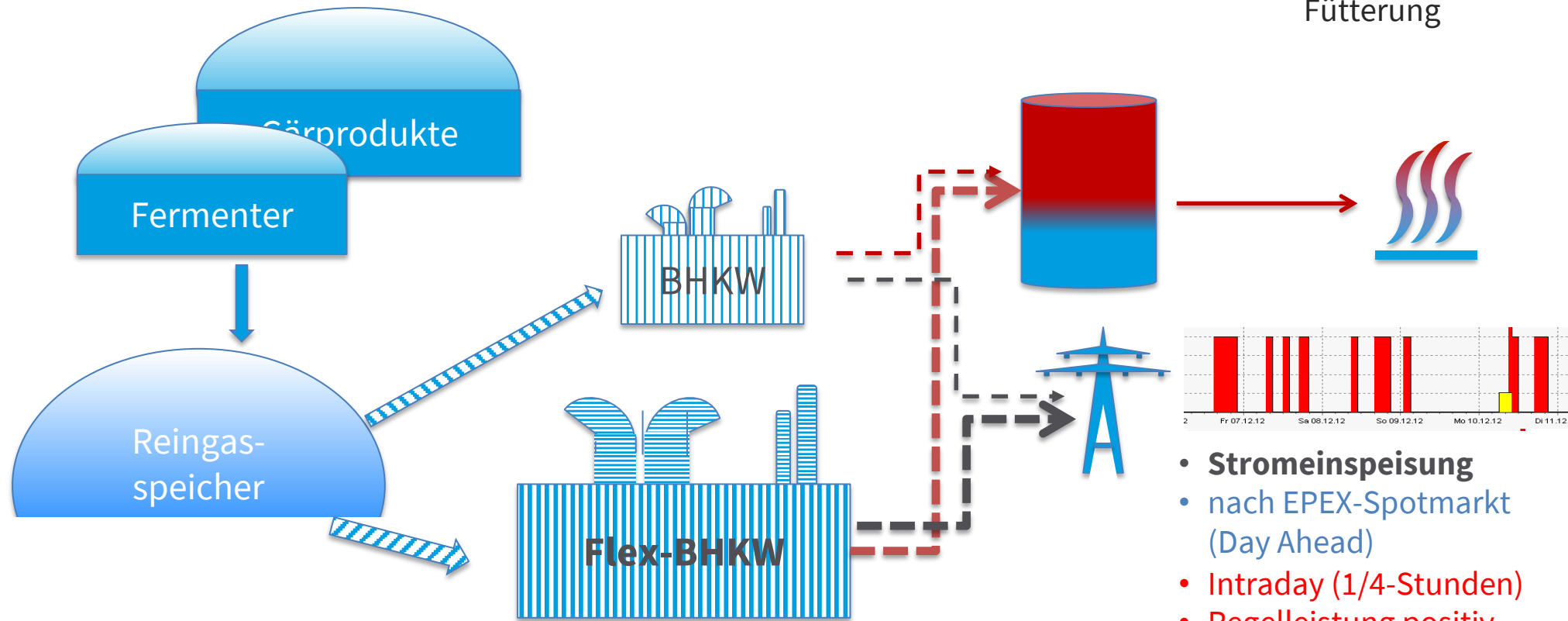
Inzwischen im Kommen: Speicherkraftwerke = konsequente Flexibilisierung für Fahrplanbetrieb + Wärmenutzung

Gasspeicher
für BHKW - Ruhe
voll - leer im Wechsel

Zubau Flex-BHKW
Mehr Leistung
Start-Stopp-Betrieb

Wärmepuffer:
Wärmeversorgung
BHKW-Warmhaltung

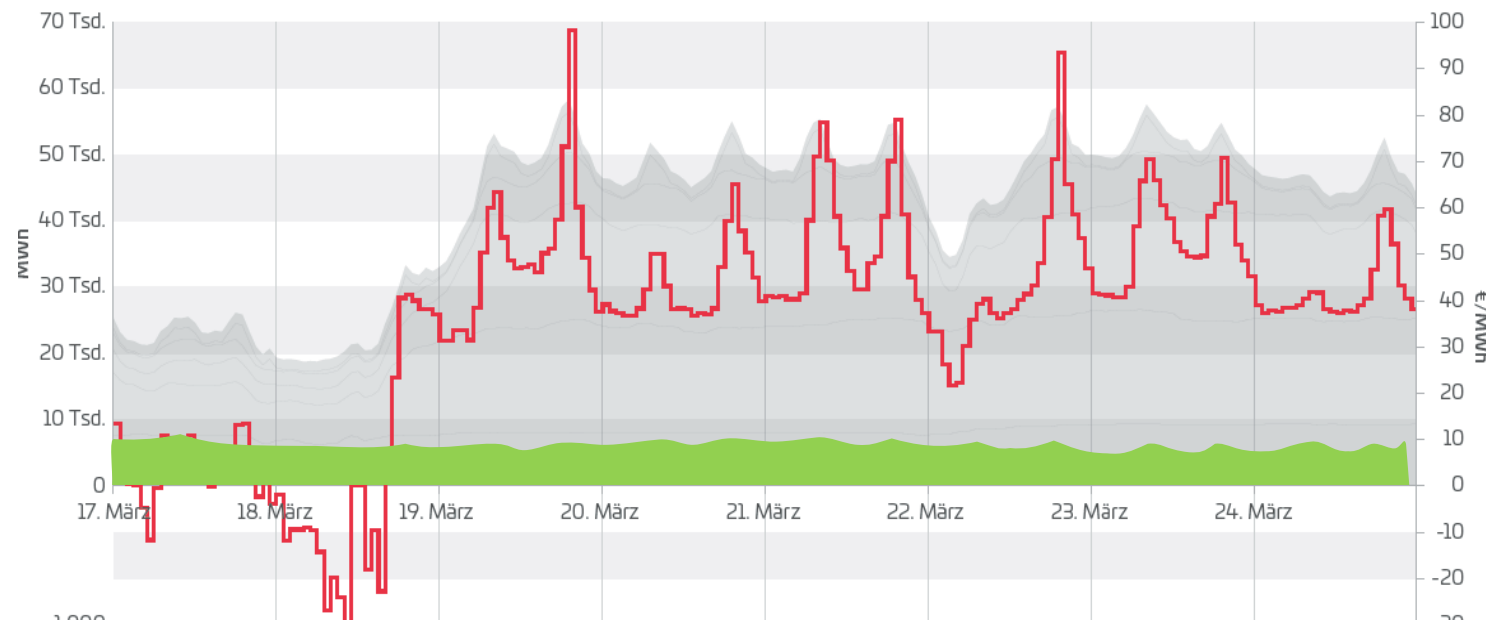
Wärmenutzung
Nahwärmenetz
Saisonale
Fütterung



Biogas-BHKW können gezielt zur Residuallast beitragen!

Dauerläufer müssen noch zu Speicherkraftwerken transformiert werden:

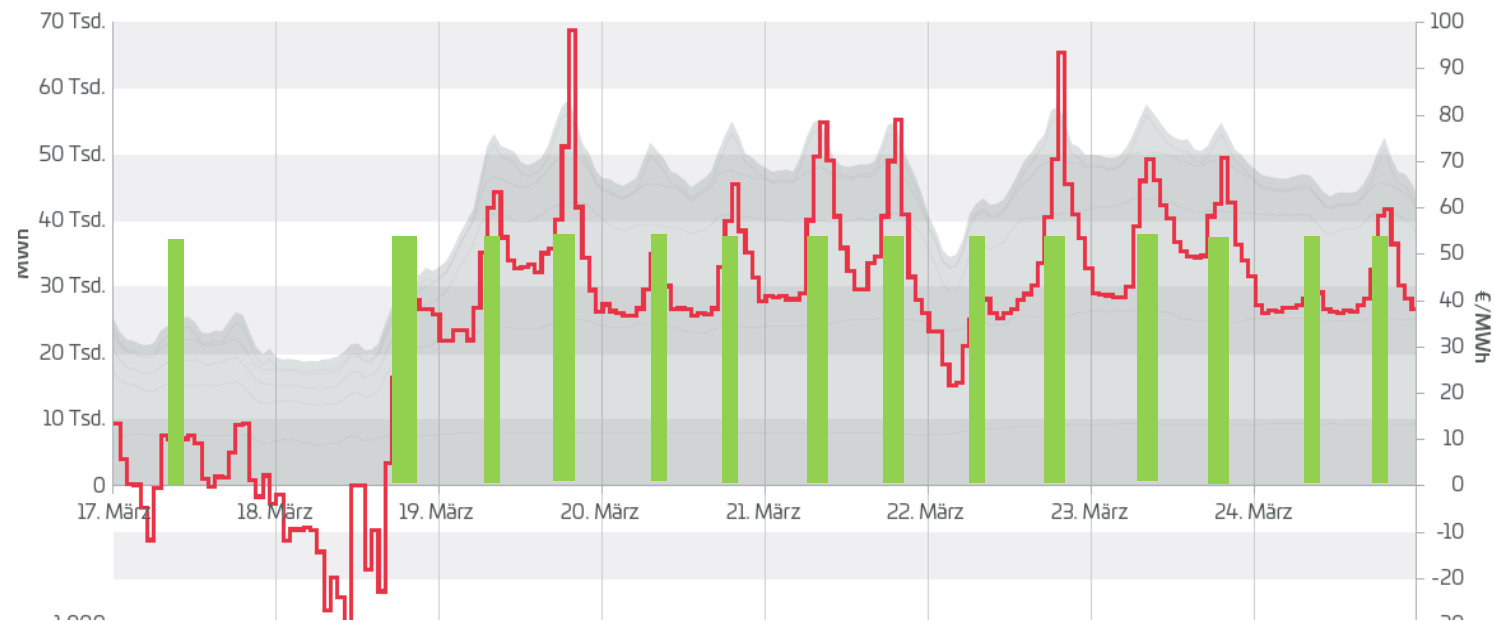
- Gleiche Biogasmenge
- Stromerzeugung in Hochpreiszeiten – marktorientierter Anreiz



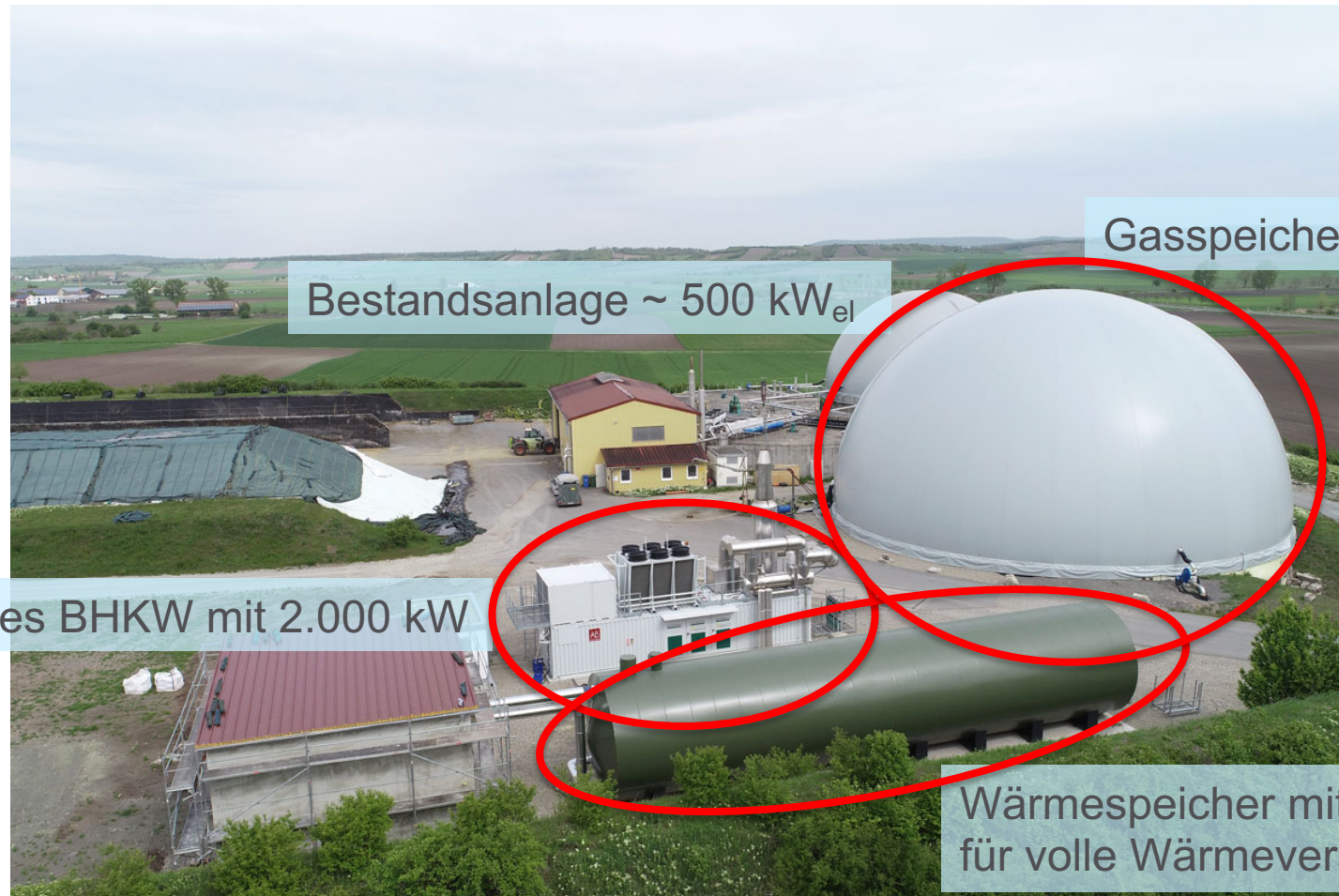
Biogas–BHKW können genau das!

Speicherkraftwerke:

- 4 – 8-fache Leistung, 1.000 – 2.000 Bh/Jahr
- Gasspeicher und Wärmepuffer für 0,5 – 3 Tage



Dezentrales Speicherkraftwerk:
Biogasanlage und Wärmenutzung in der nächsten Ortschaft.
Eines von Hunderten erfolgreicher Praxisbeispiele



Bestandsanlage ~ 500 kW_{el}

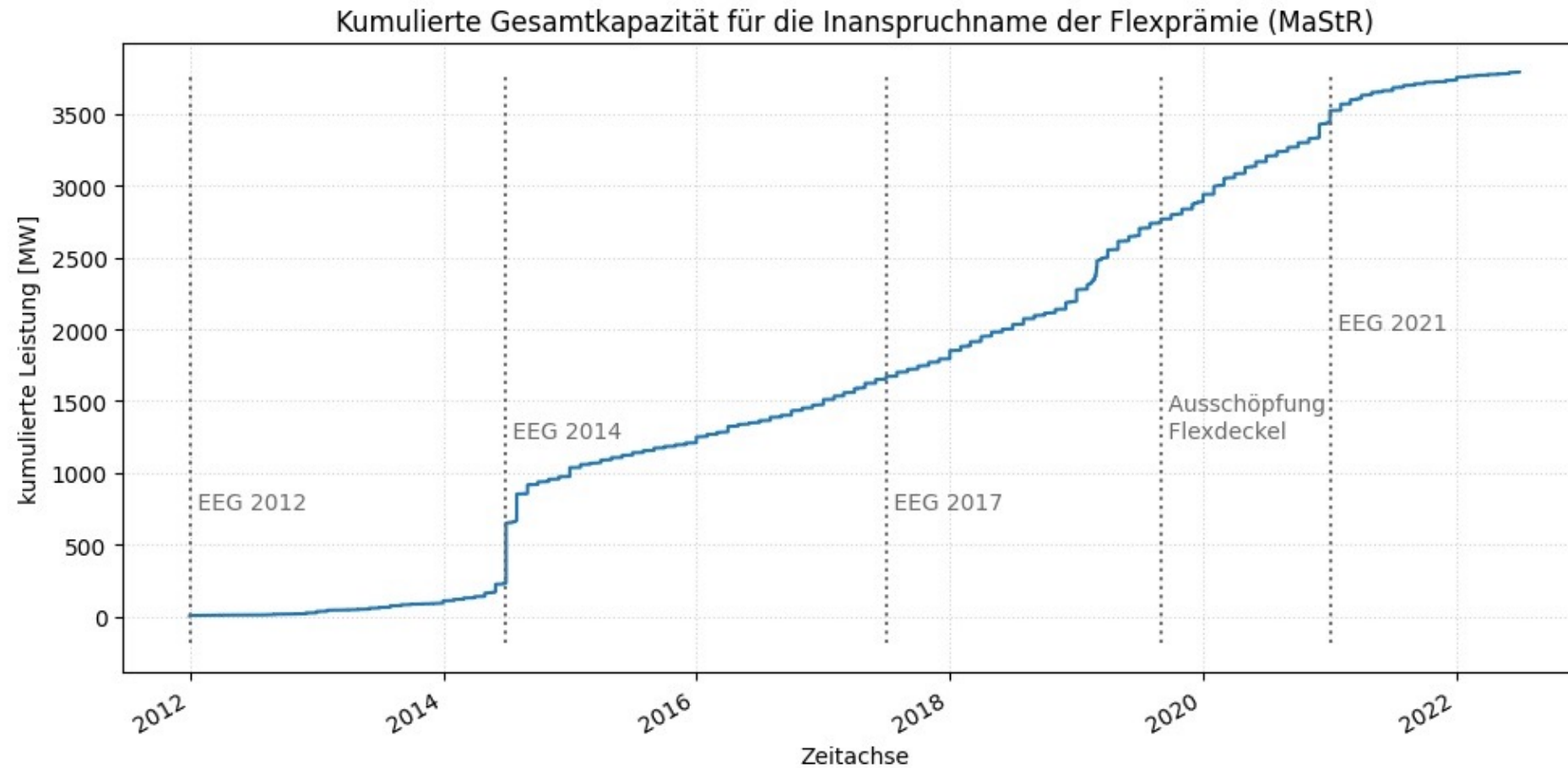
Gasspeicher = 30 MWh_{el} Speicher

Neues BHKW mit 2.000 kW

Wärmespeicher mit PtH
für volle Wärmeversorgung

Woran hakt es?

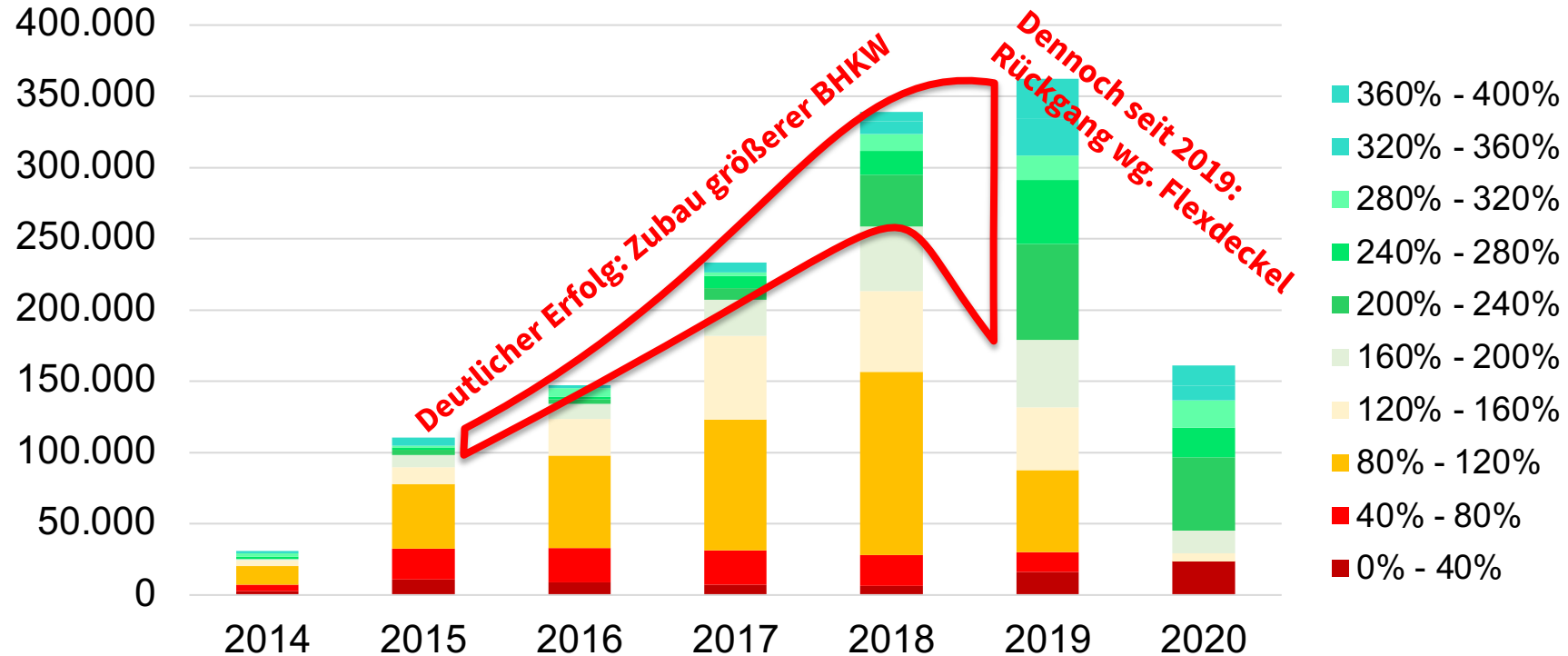
Die Flexibilitätsprämie holpert seit Beginn - und ist heute wirkungslos



Die Zunahme konsequenter Flexibilisierungen begann mit dem EEG 2017.
Der drohende Flexdeckel bremst aber stark, trotz Fristverlängerung

gruppiert nach % Zusatzleistung zur bisherigen Leistung

Zubau von BHKW-Leistung in kW
(bis 22.10.2020)



Realität: Der Zubau an installierter Biogas-Leistung hat weiter abgenommen

Tabelle 14: Branchenkenzzahlen Biogas (Fachverband Biogas, 2023)

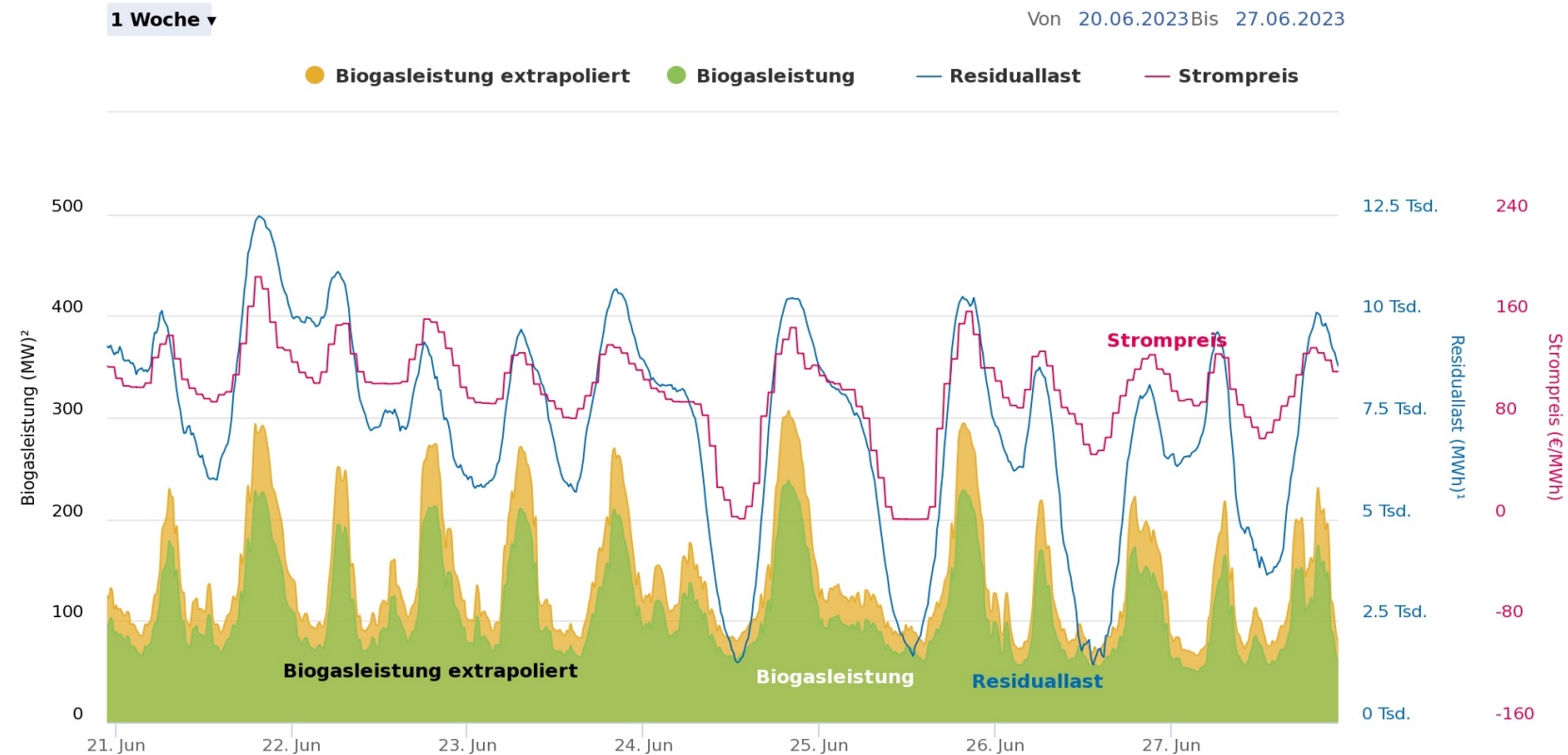
	2020	2021	2022
Anlagenanzahl	9.397	9.532	9.635
Anlagenproduktionskapazität			
Zubau elektrischer Leistung durch Überbauung (ohne Stilllegung)	381 MW	191 MW	66 MW
Installierte elektrische Leistung in MW	5.666 MW	5.860 MW	5.926 MW

Biogas als Speicherkraftwerk

- Die bisherige Performance am Strommarkt ist Grundlast
- Erst wenige Anlagen (inzwischen gut 300 Biogasanlagen) sind zukunftsfähig konsequent flexibilisiert. Ihre Einspeiseleistung wird im Grundlastaustausch nicht sichtbar
- Diese bereits erreichten Leistungen sollten auf einer separaten Plattform sichtbar werden
 - Anlagen überwiegend in Grundlast werden nicht aufgenommen
 - Die Einspeiseleistungen werden summiert und visualisiert
 - in Echtzeit, im Kontrast zum Strommarkt und Preisverlauf
 - historisch ab 2019
 - Etwaige Zusatznutzen sind möglich, sollen aber nicht Projektbestandteil werden
- Die Ergebnisse sollte der Gesetzgeber bei der Novellierung des EEG auswerten
- **Das sollte Visu Flex leisten – und kann es inzwischen auch.**

VisuFlex soll zeigen und anregen, wie wirklich flexible Biogasanlagen einspeisen – in der Wirklichkeit!

VisuFlex: Netz-/Systemdienlichkeit von flexibilisierten Biogasanlagen



- Direktvermarkter trennen BGA'n „in Grundlast“ von flexiblen Anlagen „Speicherkraftwerken“
- Die viertelstündlichen Einspeisedaten werden täglich addiert gesammelt und visualisiert:
- Residuallast
- Spotmarktpreis (Day ahead)
- Biogas-Stromeinspeisung

1 Residuallast bezogen auf Viertelstunden,
2 Biogasleistung basiert auf der viertelstündlichen Biogasstrom-Einspeisemenge
Copyright: FNR e.V. - 2023

Datenquelle: Agrarservice Lass GmbH, SMARD - 2023

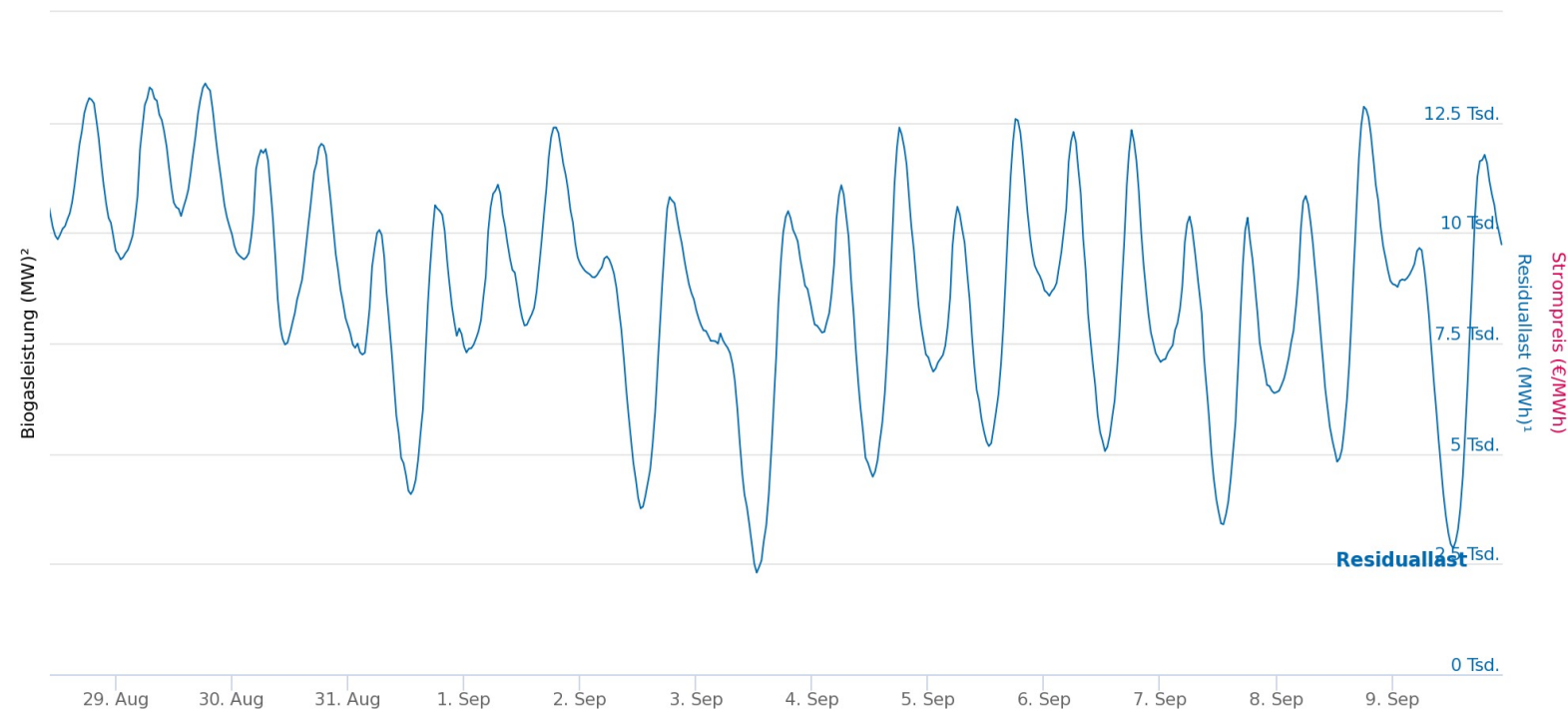
Die Residuallast schwankt mit Nachfrage und Angebot

VisuFlex: Netz-/Systemdienlichkeit von flexibilisierten Biogasanlagen

Zeitraum ▼

Von 28.08.2023 Bis 09.09.2023

● Biogasleistung — Residuallast — Strompreis



1 Residuallast bezogen auf Viertelstunden,
2 Biogasleistung basiert auf der viertelstündlichen Biogasstrom-Einspeisemenge
Copyright: FNR e.V. - 2023

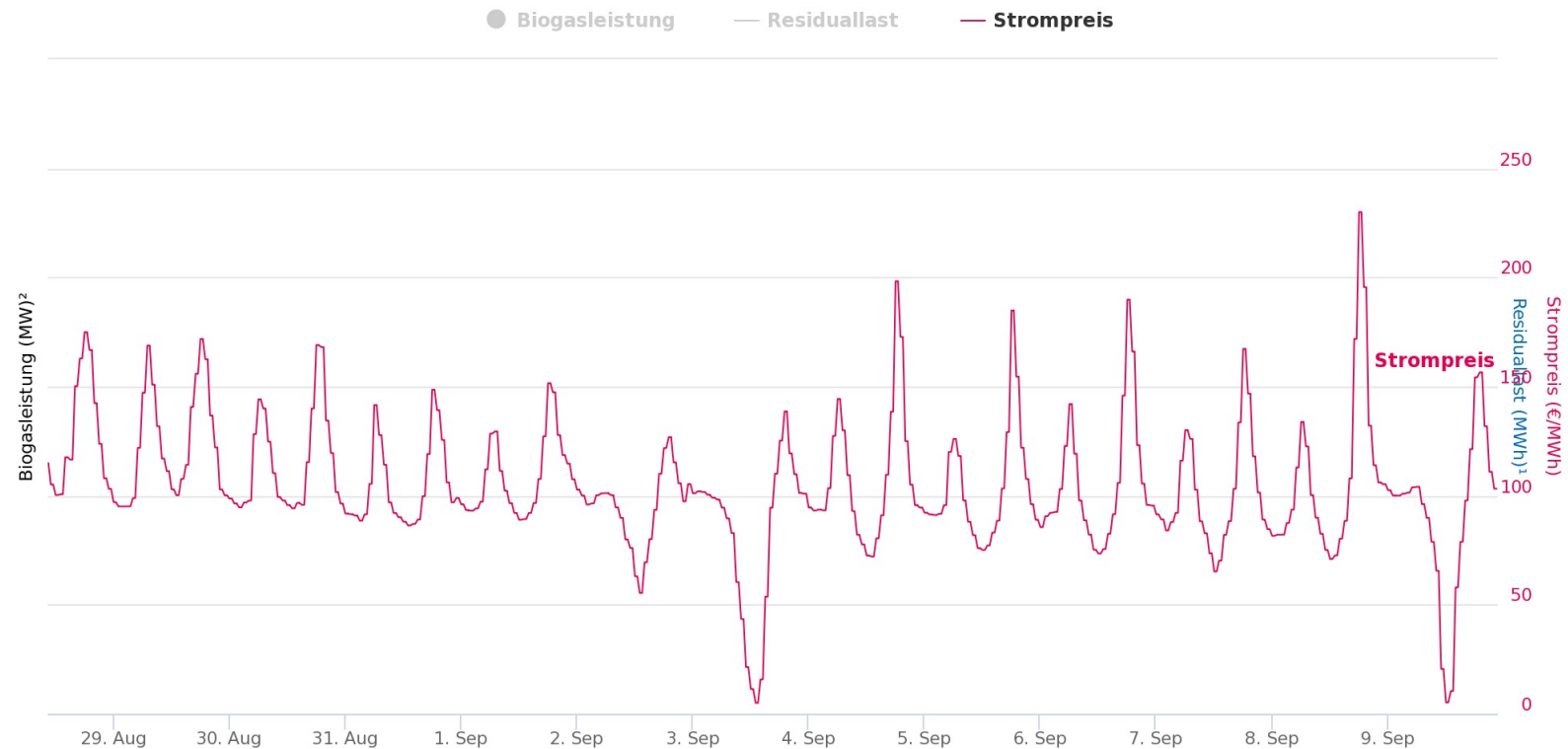
Datenquelle: Agrarservice Lass GmbH, SMARD - 2023

Der Spotmarktpreis schwankt mit der Restlast

VisuFlex: Netz-/Systemdienlichkeit von flexibilisierten Biogasanlagen

Zeitraum ▼

Von 28.08.2023 Bis 09.09.2023

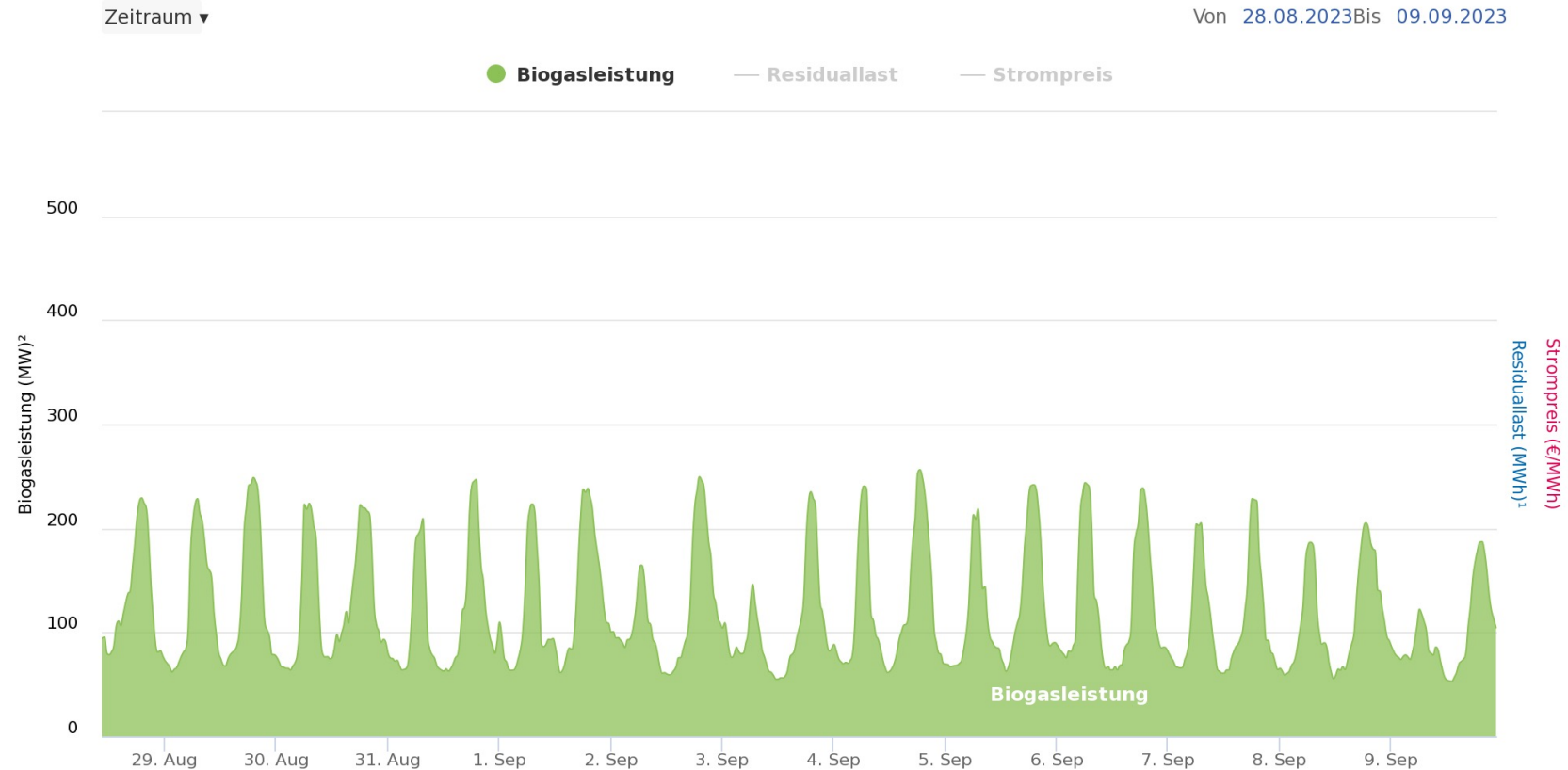


1 Residuallast bezogen auf Viertelstunden,
2 Biogasleistung basiert auf der viertelstündlichen Biogasstrom-Einspeisemenge
Copyright: FNR e.V. - 2023

Datenquelle: Agrarservice Lass GmbH, SMARD - 2023

Die Einspeisung der Speicherkraftwerke folgt dem Marktpreis

VisuFlex: Netz-/Systemdienlichkeit von flexibilisierten Biogasanlagen



1 Residuallast bezogen auf Viertelstunden,
2 Biogasleistung basiert auf der viertelstündlichen Biogasstrom-Einspeisemenge
Copyright: FNR e.V. - 2023

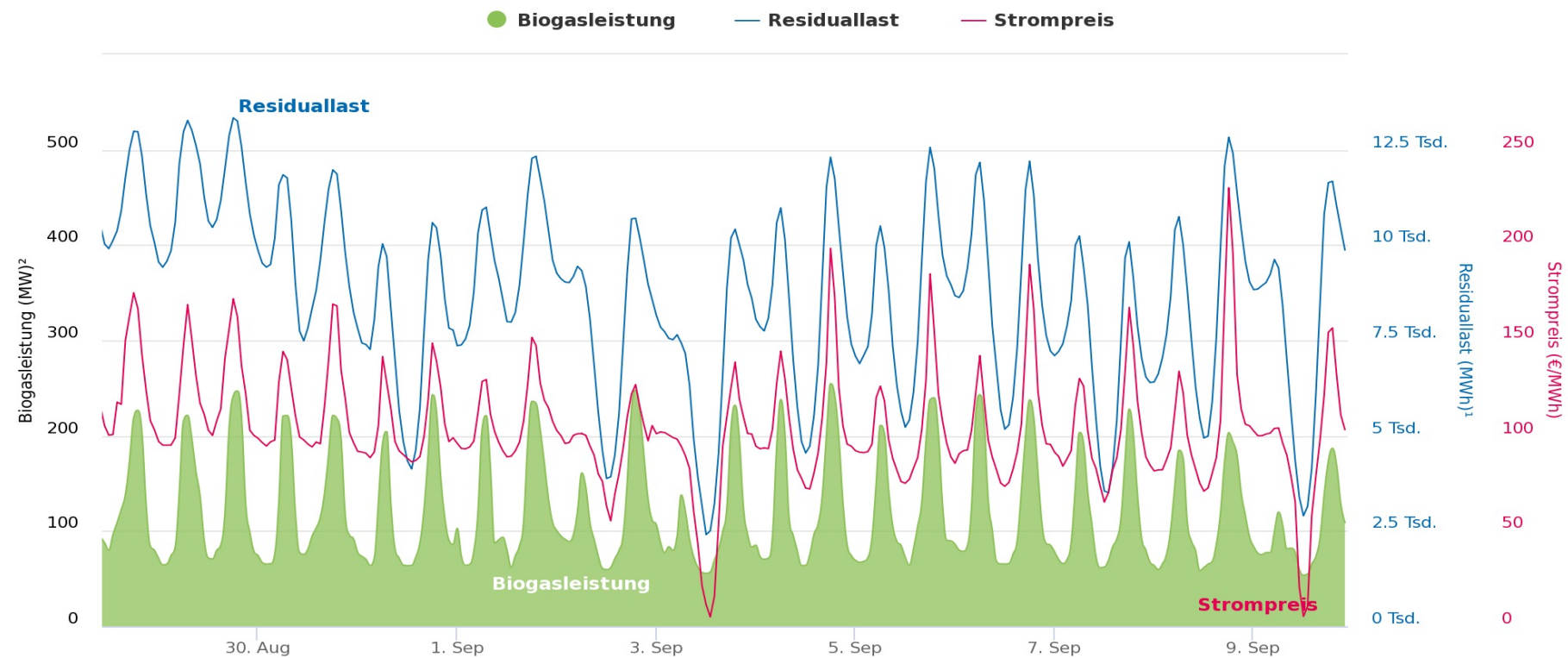
Datenquelle: Agrarservice Lass GmbH, SMARD - 2023

Die marktgesteuerte Einspeisung funktioniert.

VisuFlex: Netz-/Systemdienlichkeit von flexibilisierten Biogasanlagen

Zeitraum ▾

Von 28.08.2023 Bis 09.09.2023



1 Residuallast bezogen auf Viertelstunden,
2 Biogasleistung basiert auf der viertelstündlichen Biogasstrom-Einspeisemenge
Copyright: FNR e.V. - 2023

Datenquelle: Agrarservice Lass GmbH, SMARD - 2023

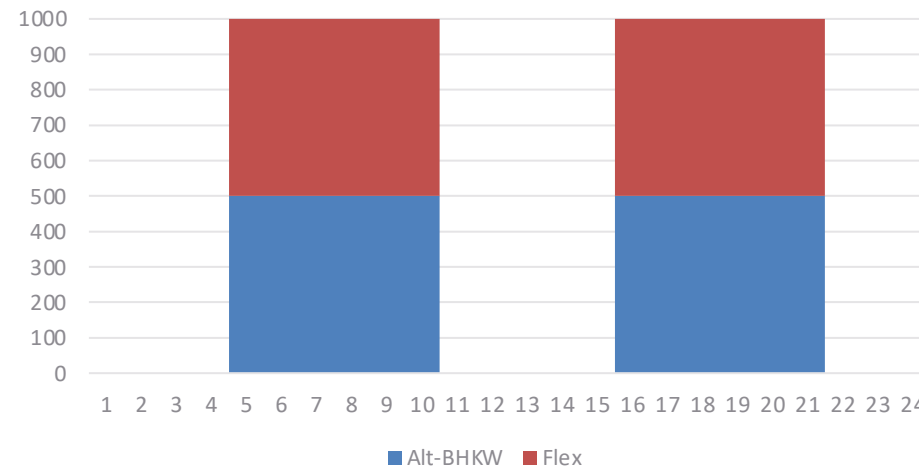
Selektionskriterien

1. Bemessungsleistung $< 0,5$ -fache installierte Leistung = $P_{\text{Inst}} > P_{\text{Bem}} \times 2$
 - entspricht Doppelüberbauungsgebot aus EEG 2014
2. Als flexibel gilt der Betriebs(teil), der an mindestens die halbe Zeit ruht.
= flexibel ist die Leistung, die maximal an 4.380 Jahresbetriebsstunden läuft.
 - Trennschärfe zur Entscheidung
3. Bemessungsleistung muss mindestens zur Hälfte flexibel sein
 - „teilflexible“ Anlagen kommen ins Portfolio, wenn die flexible Einspeisung überwiegt
 - $P_{\text{Bem, unflexibel}}$ (unflexible Grundlast) = Leistung im Median der geordneten Last (4.380. Stunde) * 4.380 + Einspeisung ab der 4.381. Stunde
Anforderung: $P_{\text{Bem, unflexibel}} < P_{\text{Bem, gesamt}} * 0,5$
4. Anlagenbegriff nach EEG
 - Mehrere Generatoren an einem Zählpunkt bilden eine Anlage
 - BGA und Satellit werden getrennt betrachtet
5. Anlagen in Umstellung werden aufgenommen, sobald der flexible Betrieb begonnen hat

Leistungsverdoppelung mit echtem Flex-Betrieb – dafür ist das Bestands-BHKW meistens zu alt

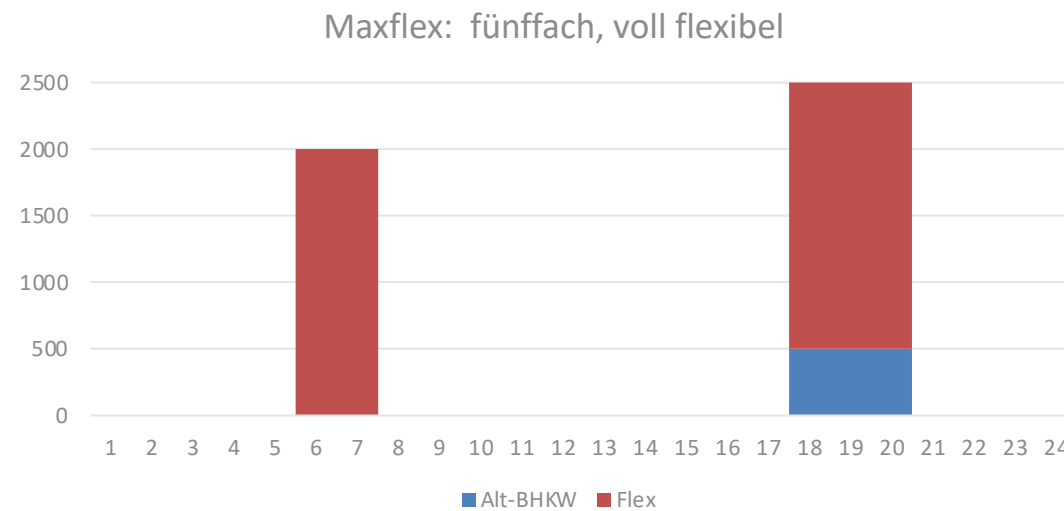
Betriebsweise	Tagesflex
Überbauung	200 %
Grundlastanteil	< 50 %
Flex-Stunden	4.380
Flex-Leistungsanteil	> 50 %
Kriterien	ja

Tagesflex: Doppelüberbauung, voll flexibel



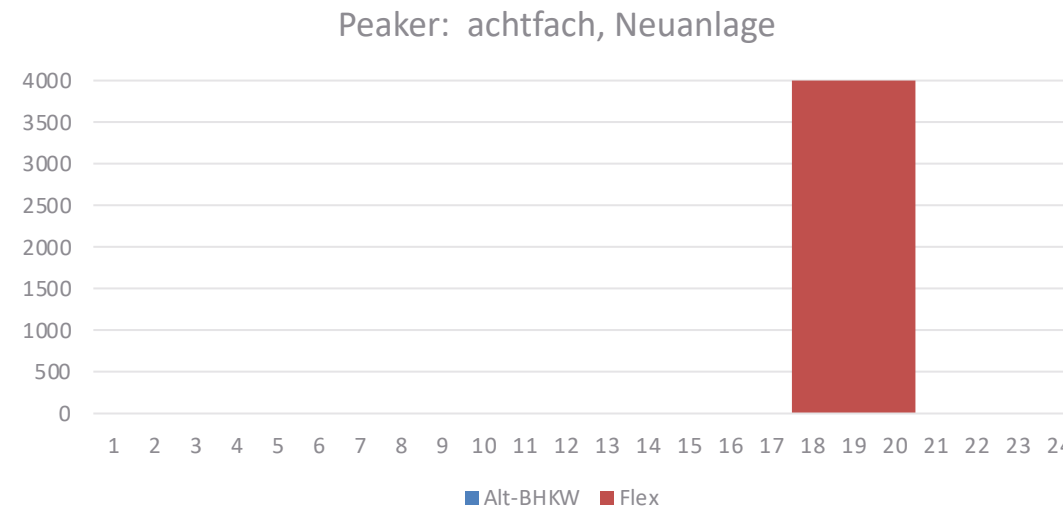
Besser: neues großes Flex-BHKW, BGA 5-fach überbaut Bestands-BHKW als Reserve min. 1.000 Stunden

Betriebsweise	Tagesflex
Überbauung	500 %
Grundlastanteil	0 %
Flex-Stunden	1.750
Flex-Leistungsanteil	100 %
Kriterien	ja



Neuanlage, neuer Satellit, maximale installierte Leistung + Flexzuschlag

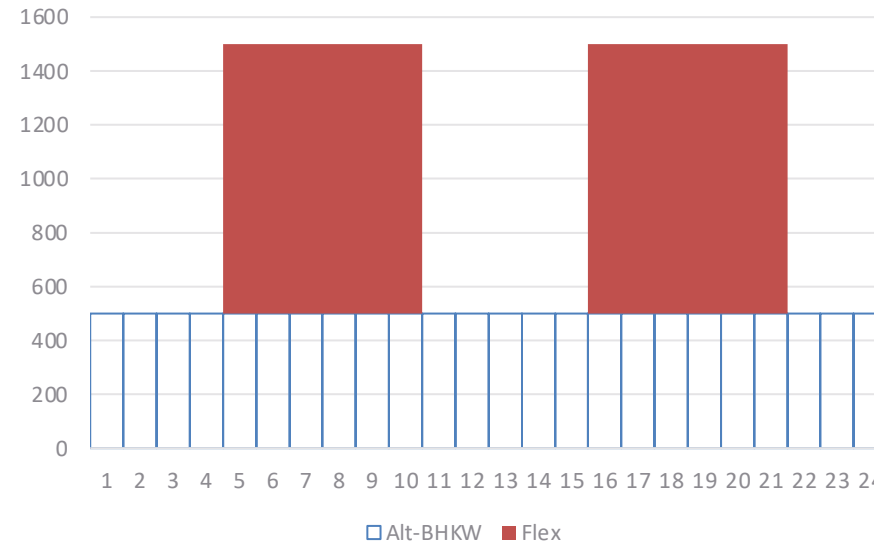
Betriebsweise	Tagesflex
Überbauung	500 %
Grundlastanteil	0 %
Flex-Stunden	1.750
Flex-Leistungsanteil	100 %
Kriterien	ja



Alt-BHKW ruht? Kein Problem.
Aber dann mit Zubau + 200 % = Überbauung 300%

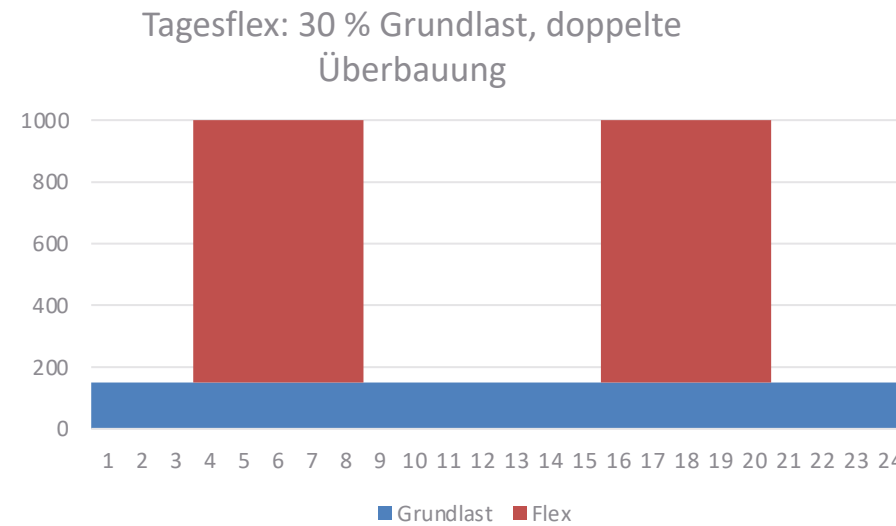
Betriebsweise	Tagesflex
Überbauung	300 %
Grundlastanteil	< 50 %
Flex-Stunden	4.380
Flex-Leistungsanteil	100 %
Kriterien	Ja

Alt-BHKW ruht: nur mit Dreifach-Überbauung



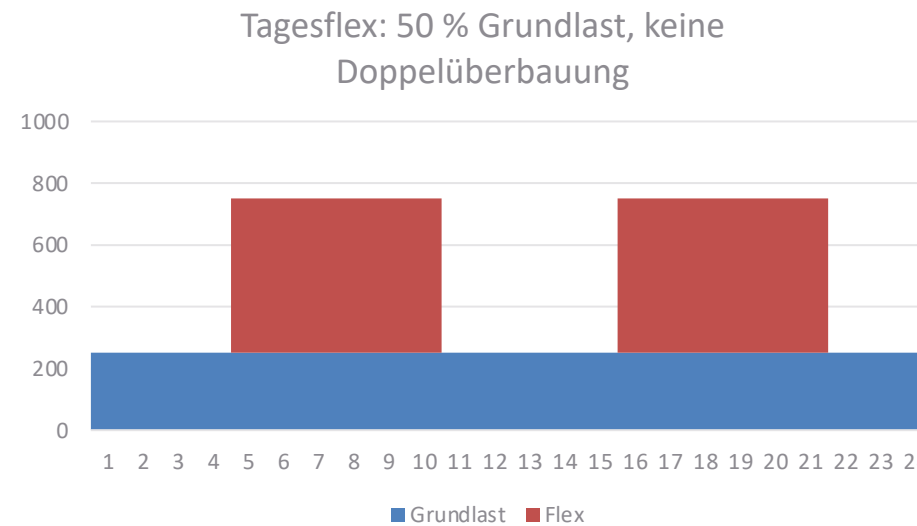
Eingeschlossen: teil-flexible Anlagen

Betriebsweise	teil-flexibel
Überbauung	200 %
Grundlastanteil	< 50 %
Flex-Stunden	< 4.380
Flex-Leistungsanteil	> 50 %
Kriterien	ja



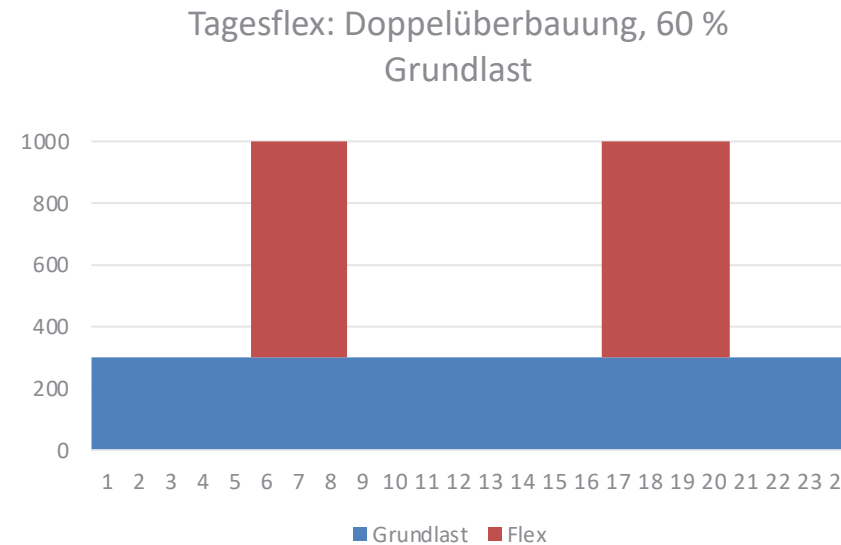
Grundlast zwar nicht „überwiegend“, aber zu wenig Zusatzleistung

Betriebsweise	Teil-flexibel
Überbauung	150 %
Grundlastanteil	50 %
Flex-Stunden	4.380
Flex-Leistungsanteil	50 %
Kriterien	nein



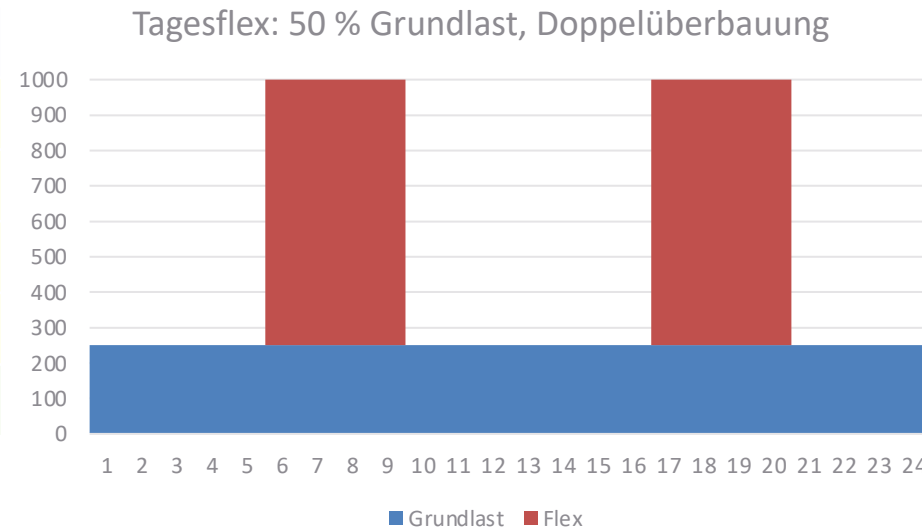
Ausgeschlossen: doppelte Überbauung, flexibel, aber überwiegend Grundlast

Betriebsweise	teil-flexibel
Überbauung	200 %
Grundlastanteil	60 %
Flex-Stunden	< 4.380
Flex-Leistungsanteil	< 50 %
Kriterien	nein



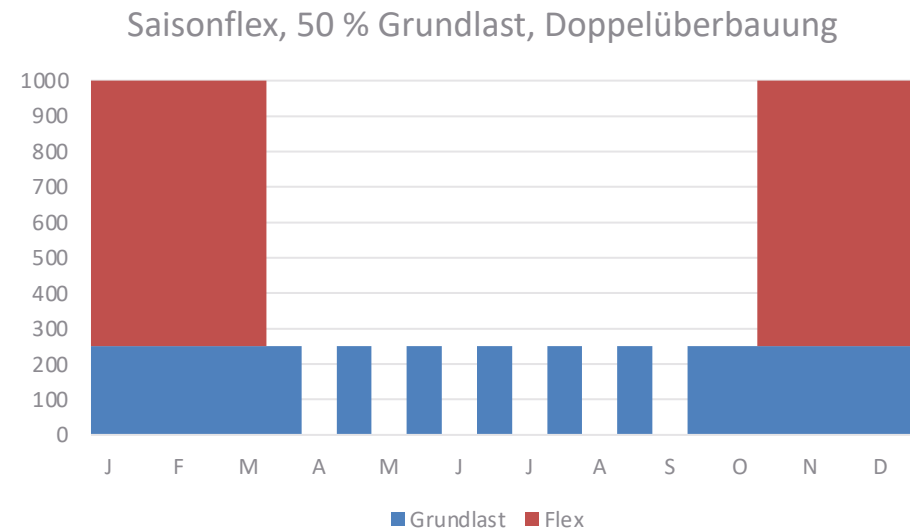
Eingeschlossen: Grundlast, überwiegend flexibel, ausreichend Flex-Leistung (Grenzfall)

Betriebsweise	Teil-flexibel
Überbauung	200 %
Grundlastanteil	50 %
Flex-Stunden	4.380
Flex-Leistungsanteil	50 %
Kriterien	ja



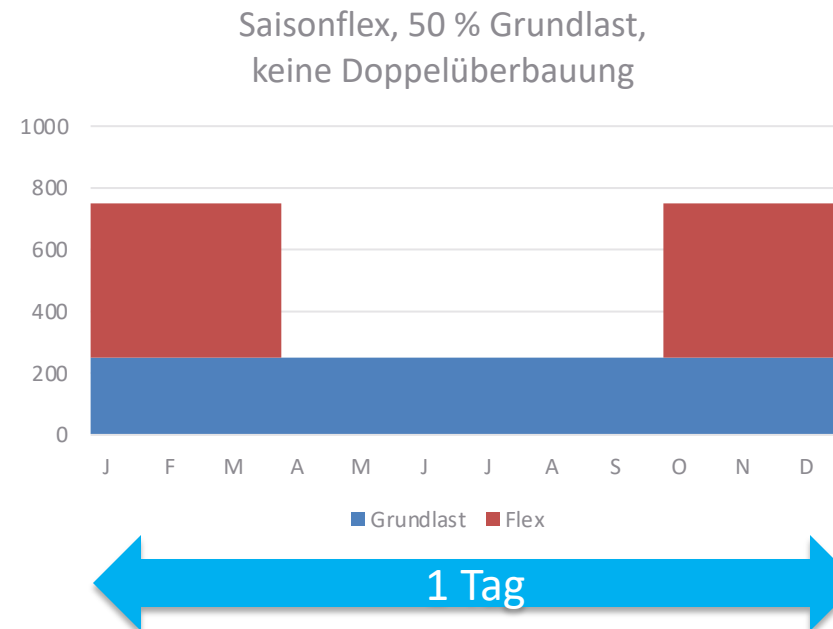
Eingeschlossen: Saisonale Flexibilisierung

Betriebsweise	Saisonal teil-flexibel
Überbauung	200 %
Grundlastanteil	< 50 %
Flex-Stunden	< 4.380
Flex-Leistungsanteil	> 50 %
Kriterien	ja



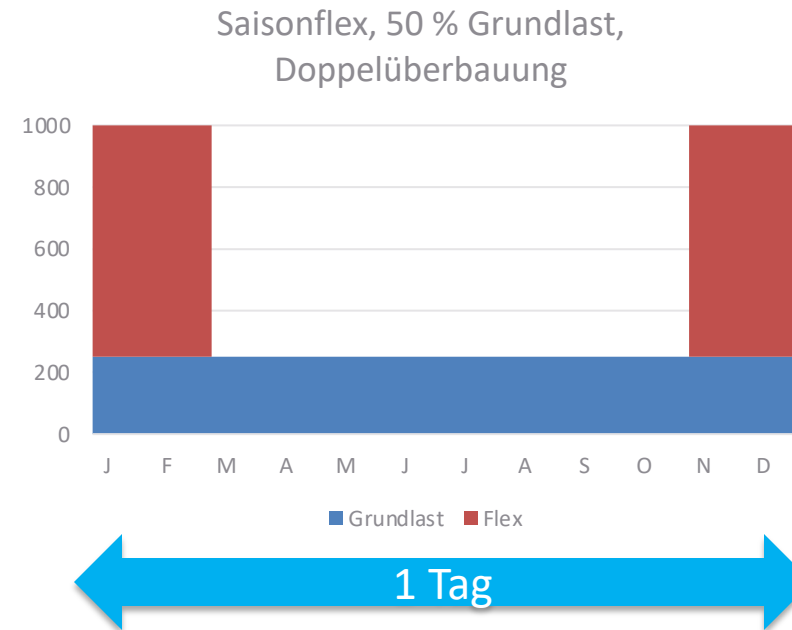
Grundlast zwar nicht „überwiegend“, aber wenig Zusatzleistung

Betriebsweise	Saisonal teil-flexibel
Überbauung	150 %
Grundlastanteil	50 %
Flex-Stunden	4.380
Flex-Leistungsanteil	50 %
Kriterien	nein



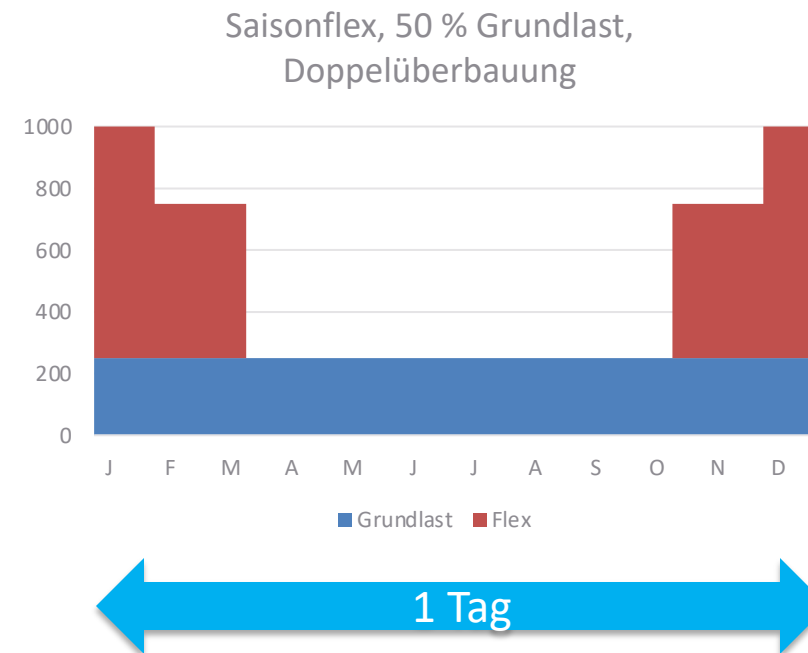
Eingeschlossen: Saisonale Flexibilisierung mit Alt-BHKW im Grundlastbetrieb

Betriebsweise	Saisonal teil-flexibel
Überbauung	200 %
Grundlastanteil	50 %
Flex-Stunden	4.380
Flex-Leistungsanteil	50 %
Kriterien	ja



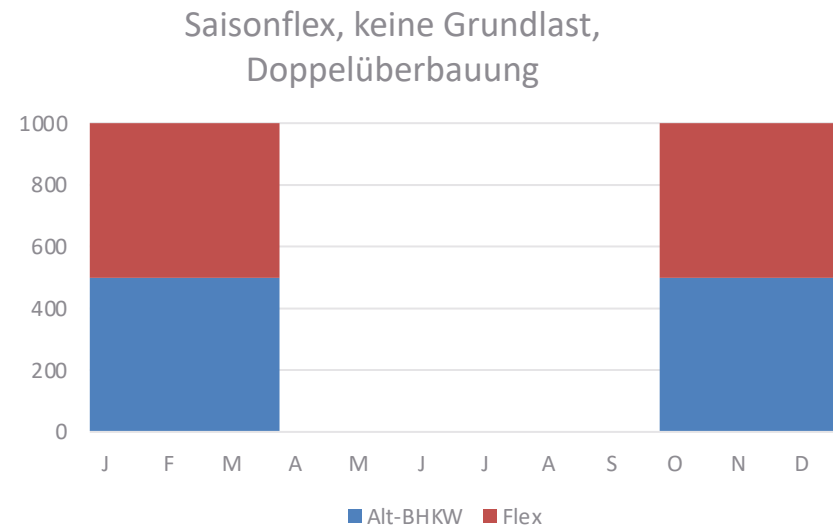
Eingeschlossen: Saisonale Flexibilisierung mit Alt-BHKW im Grundlastbetrieb

Betriebsweise	Saisonal teilflexibel
Überbauung	200 %
Grundlastanteil	50 %
Flex-Stunden	4.380
Flex-Leistungsanteil	50 %
Kriterien	ja



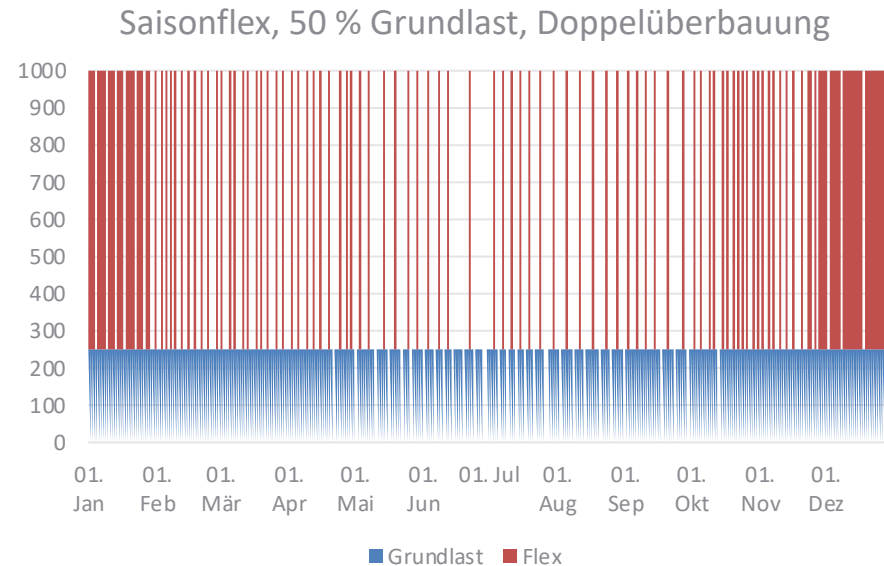
Eingeschlossen, theoretisch möglich: ausschließlich saisonale Betriebsweise

Betriebsweise	voll saisonal flexibel
Überbauung	200 %
Grundlastanteil	< 50 %
Flex-Stunden	4.380
Flex-Leistungsanteil	50 %
Kriterien	ja



Eingeschlossen: „bivalente“ Flexibilisierung, thermisch und elektrisch

Betriebsweise	Saisonal teil-flexibel
Überbauung	200 %
Grundlastanteil	< 50 %
Flex-Stunden	< 4.380
Flex-Leistungsanteil	> 50 %
Kriterien	ja



Flexibilität:

Was kann Biogas langfristig leisten?

- Regelleistung?
 - Bringt Geld bei Dauerlauf oder Dauerpause
 - Geht an Batterien
- Viertelstunden-Flexibilität
 - Kurzfristige Anpassung des Fahrplans
- Tagesflexibilität: ein bis zwei Peaks täglich !
- Wochenendflexibilität
- Saisonale Flexibilität (Wärme!)

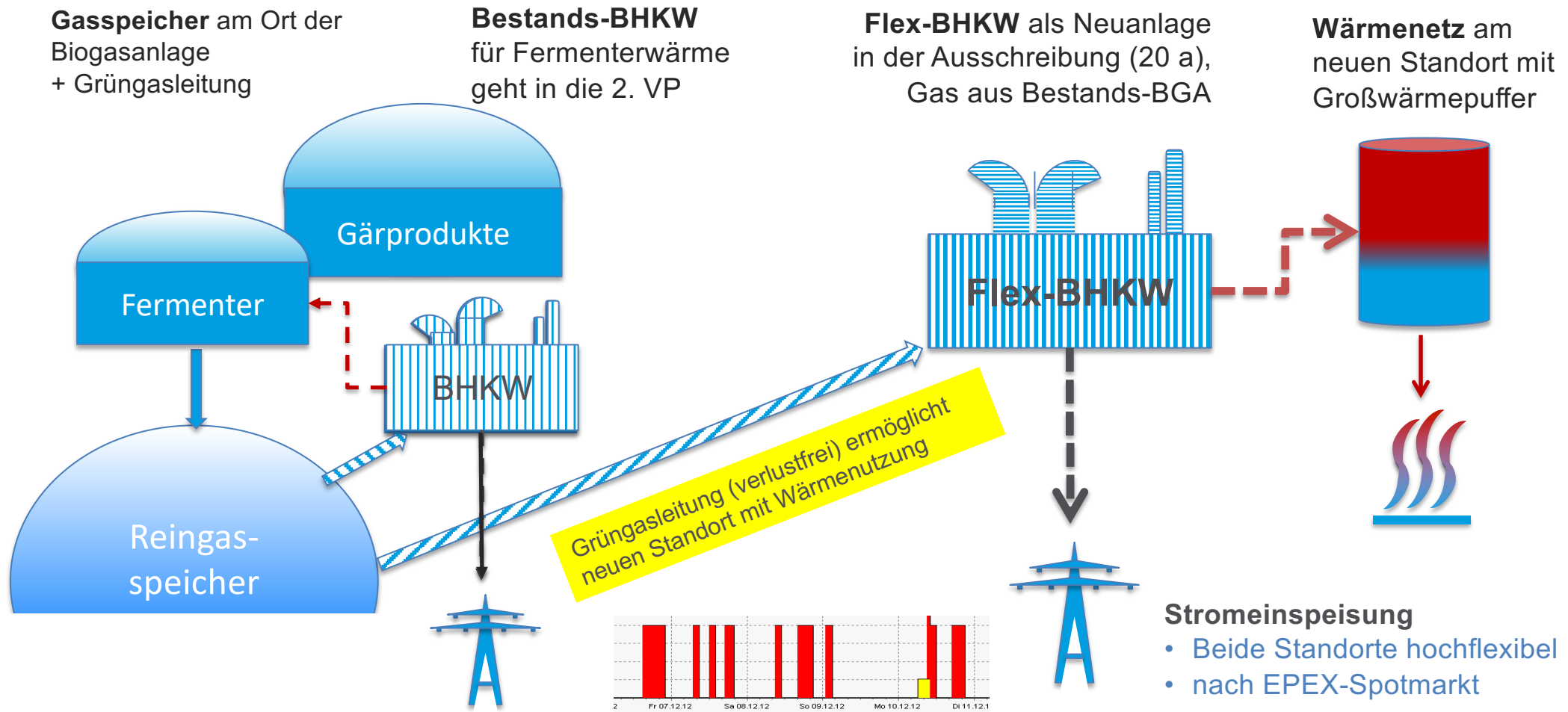
Aktuell wichtige Nutzen:

- **Entlastung des Stromnetzes bei Überlastung.**
- **Minderung von Redispatchkosten und Netzausbaukosten**
- **Verlässliche Wärmeerzeugung für Nahwärmenetze (GEG, kWP)**
- **Grundlage für effizienten dezentralen Wasserstoff**

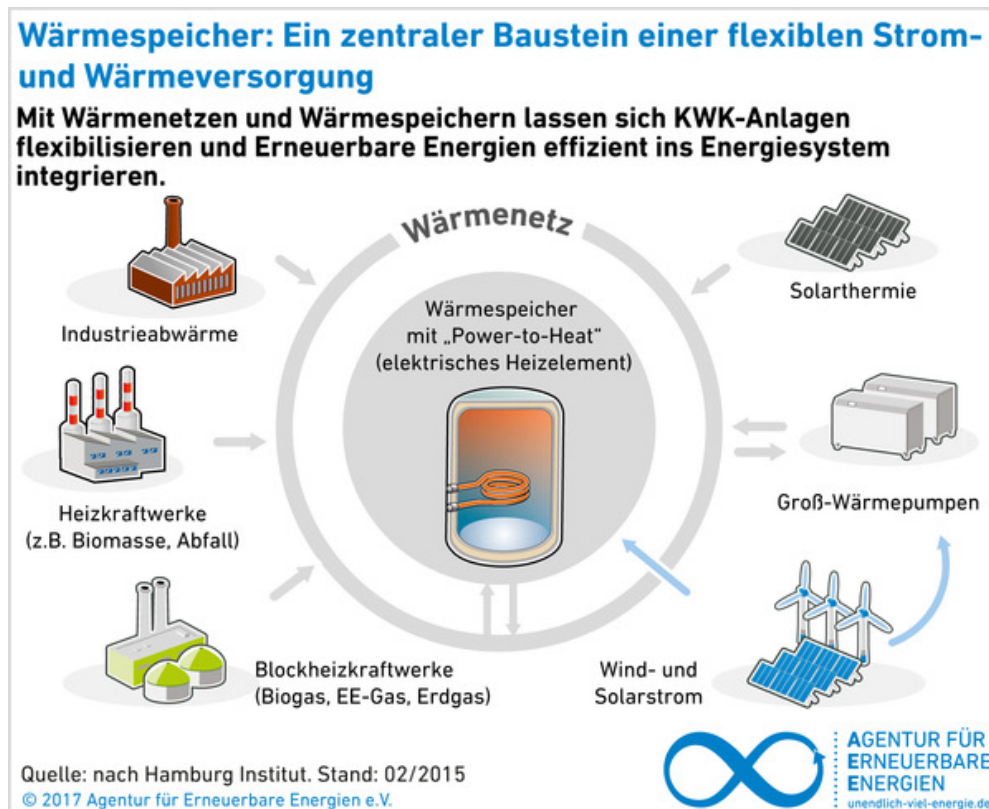
Regelleistung: Bedarf gering, gut gedeckt
langfristig keine Aufgabe für Biogas-BHKW

Ideal für Biogas und
KWK: soll durch
VisuFlex sichtbar
werden

Flexibilisierung durch neuen „Satellit“ an der Wärmenutzung: Attraktivität gesunken durch Inflation, Zinsen, fehlendes „fair play“

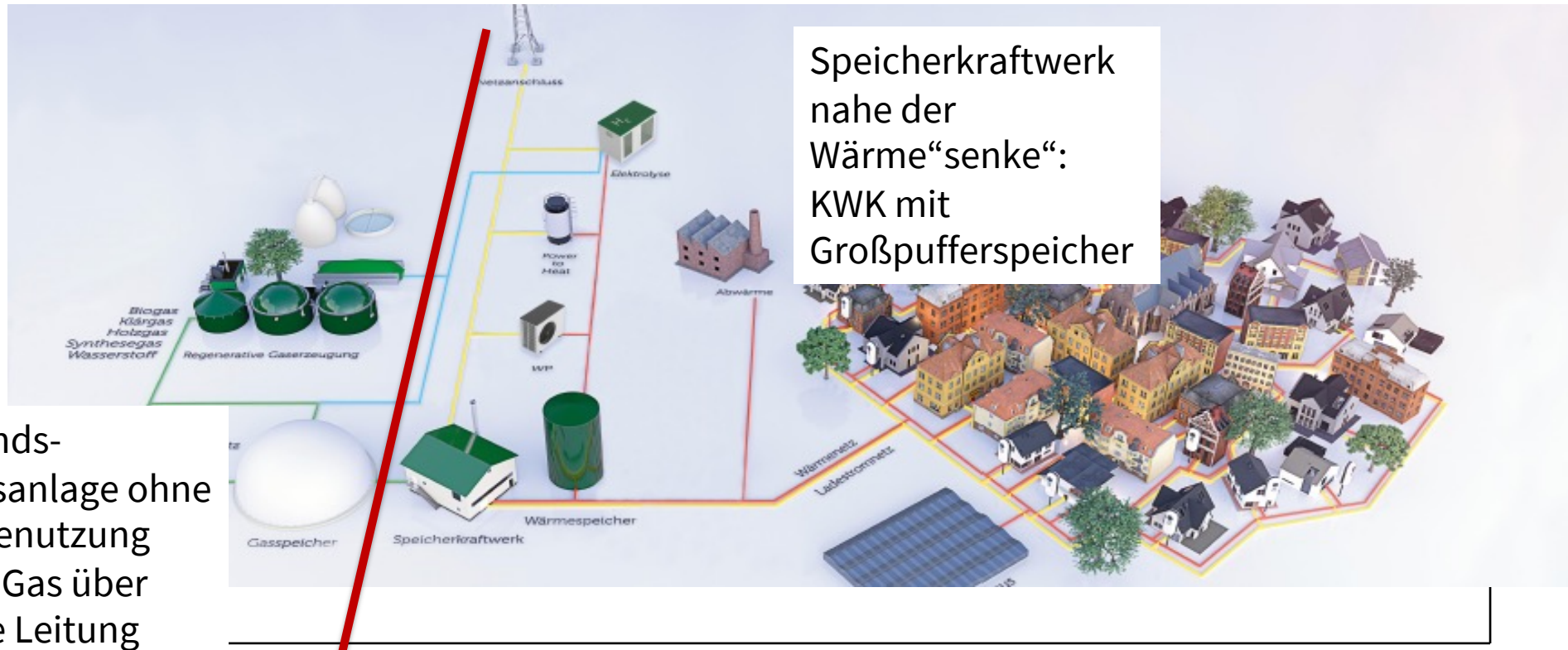


Biomasse ist die gesicherte Leistung im Wärmenetz



Das regenerative Speicherkraftwerk

- Stromerzeugung = Wärmequelle: biogene KWK (Biogas, Biomethan oder Syngas-BHKW)
- Wärmenetz + Großpufferspeicher dienen als lokale Drehscheibe für Wärme
- Weitere Wärmenutzungen: Power-to-Heat, Solarthermie, Abwärme, Wärmepumpe
- Optional: Abwärme H₂-Elektrolyse, perspektivisch: Methanisierung und Gasnetz-Einspeisung



Bestands-Biogasanlage ohne Wärmenutzung liefert Gas über eigene Leitung

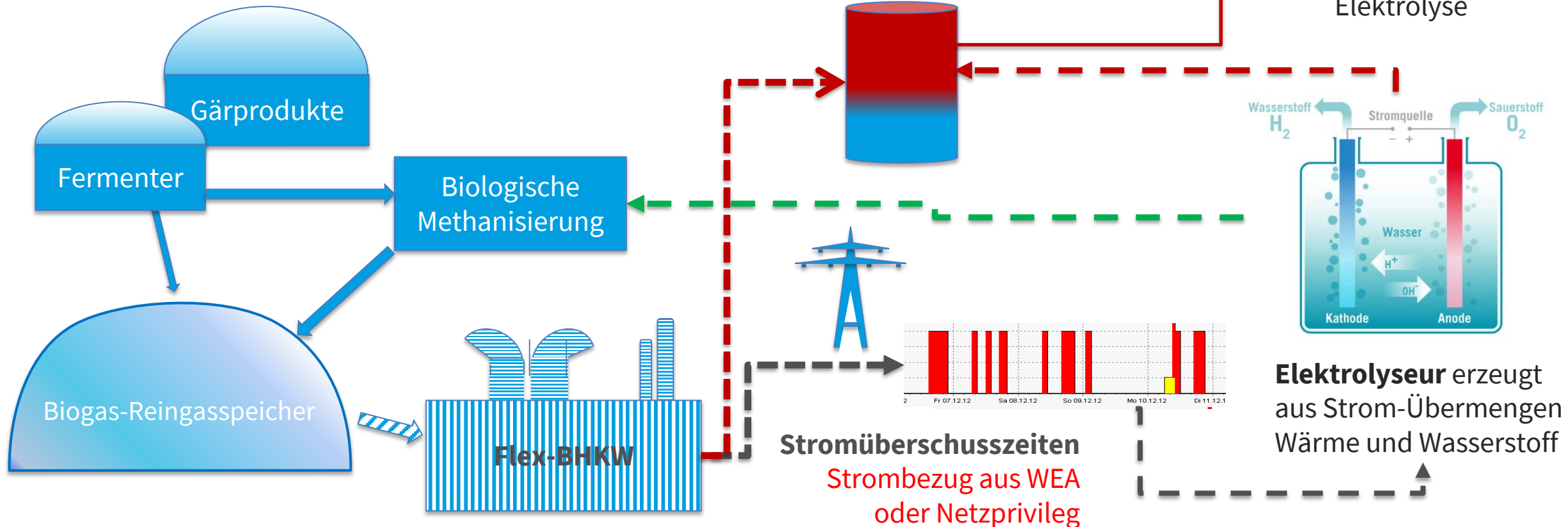
Option 3 plus: Speicherkraftwerk integriert PtG und Methanisierung

Gasspeicher speichert für Rückverstromung oder Methaneinspeisung

Fermenter: Wasserstoff + CO₂ werden bakteriell methanisiert

Grosswärmepuffer: Nimmt Abwärme des Elektrolyseurs auf

Wärmenetz: nutzt auch Wärme aus Elektrolyse



Klimaschutz mit Biogas

Vom Substrateanbau bis zum Gärprodukt: Entlang der gesamten Wertschöpfungskette bietet Biogas zahlreiche Möglichkeiten zum Klimaschutz.



Gülle/Mist

Wirtschaftsdünger wie Rindergülle setzen bei der Lagerung Methan und andere Treibhausgase frei. Werden sie in einer Biogasanlage vergoren, kann dies fast vollständig vermieden werden.

Abfall

Organische Abfälle wie Biomüll oder Lebensmittelabfälle können ihren Energie- und Nährstoffgehalt durch Vergärung entfalten. Da sie ohnehin anfallen, gelten sie bei der Bereitstellung als klimaneutral.



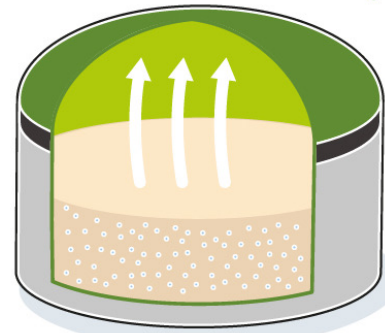
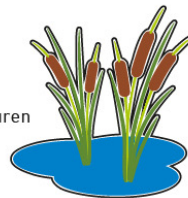
Energiepflanzen

Mehrjährige und tiefwurzelnde Pflanzen wie Wildpflanzenmischungen, Durchwachsene Silphie und Klee gras binden dauerhaft Kohlenstoff durch den Aufbau von Humus im Boden und schützen vor Nährstoffauswaschungen.

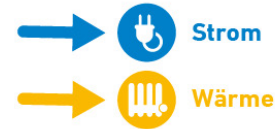
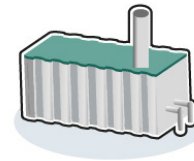


Paludikulturen

Moore sind leistungsstarke Kohlenstoffspeicher. Auf diesen Standorten wachsen Paludikulturen wie Segge, Rohrkolben oder Rohrglanzgras, die sich als Biogas-Substrat eignen.



Blockheizkraftwerk (BHKW)



Mit dem Biogas kann das BHKW bedarfsgerecht und unabhängig vom Wetter Strom und Wärme bereitstellen.

Biomethan



Zu Biomethan aufbereitet kann das Biogas als Biokraftstoff in Fahrzeugen mit Gasmotor genutzt werden oder ins öffentliche Erdgasnetz eingespeist werden.

Gärprodukt

Im Gärprodukt bleiben die eingebrachten Pflanzennährstoffe weitgehend erhalten und sind sogar besser für die Pflanzen verfügbar.



Organischer Dünger

Gärprodukte sind gegenüber Wirtschaftsdüngern bis zu 60% klimafreundlicher. Auch können sie klimaschädlich hergestellten, synthetischen Stickstoffdünger zum Großteil ersetzen. Beim Ausbringen helfen Ansäuerung und bodennahe Ausbringtechnik, Treibhausgasemissionen zu vermeiden.



Quelle: Eigene Darstellung; Stand: 6/2022

© 2022 Agentur für Erneuerbare Energien e.V.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

FL(EX)PERTEN
NETZWERK FLEXIBILISIERUNG

Kontakt:

Uwe Welteke-Fabricius

www.kwk-flexpernten.net

Mail: UWF@kwk-flexpernten.net

