

# Einspeisepotenzial von erneuerbarem Gas in das Schweizer Gasnetz bis 2030

Studie im Auftrag der EnFK

Zusammenfassung der Analyse – Juni 2018



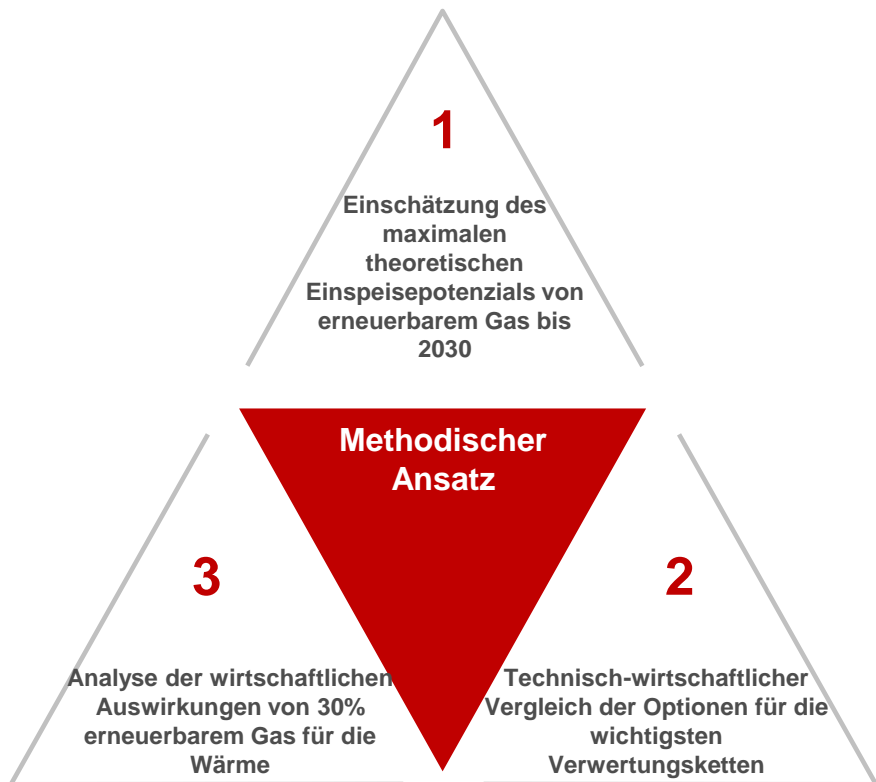
# Aufbau der Präsentation

---

- 1** | Zusammenfassung
- 2** | Einschätzung des Potenzials
- 3** | Technisch-wirtschaftliche Analyse
- 4** | Wirtschaftliche Auswirkungen

# Die vorliegende Studie hat zum Ziel, das Einspeisepotenzial von einheimischem erneuerbarem Gas in der Schweiz bis 2030 sowie die existierenden Alternativen für die Wärmeproduktion einzuschätzen

## METHODISCHER ANSATZ



### 1 | Einschätzung des maximalen theoretischen Einspeisepotenzials von erneuerbarem Gas bis 2030

- Vier Vorkommen wurden berücksichtigt: *landwirtschaftliche Biomasse, Energieholz, biogene Abfälle, erneuerbare Elektrizität*
- Drei hergeleitete Potenziale: *Primärvorkommen, Produktionspotenzial, Einspeisepotenzial*
- Einschätzung auf der Grundlage von hauptsächlich vom BFE und BAFU in Auftrag gegebenen Referenzstudien

### 2 | Technisch-wirtschaftlicher Vergleich der Optionen für die wichtigsten Verwertungsketten

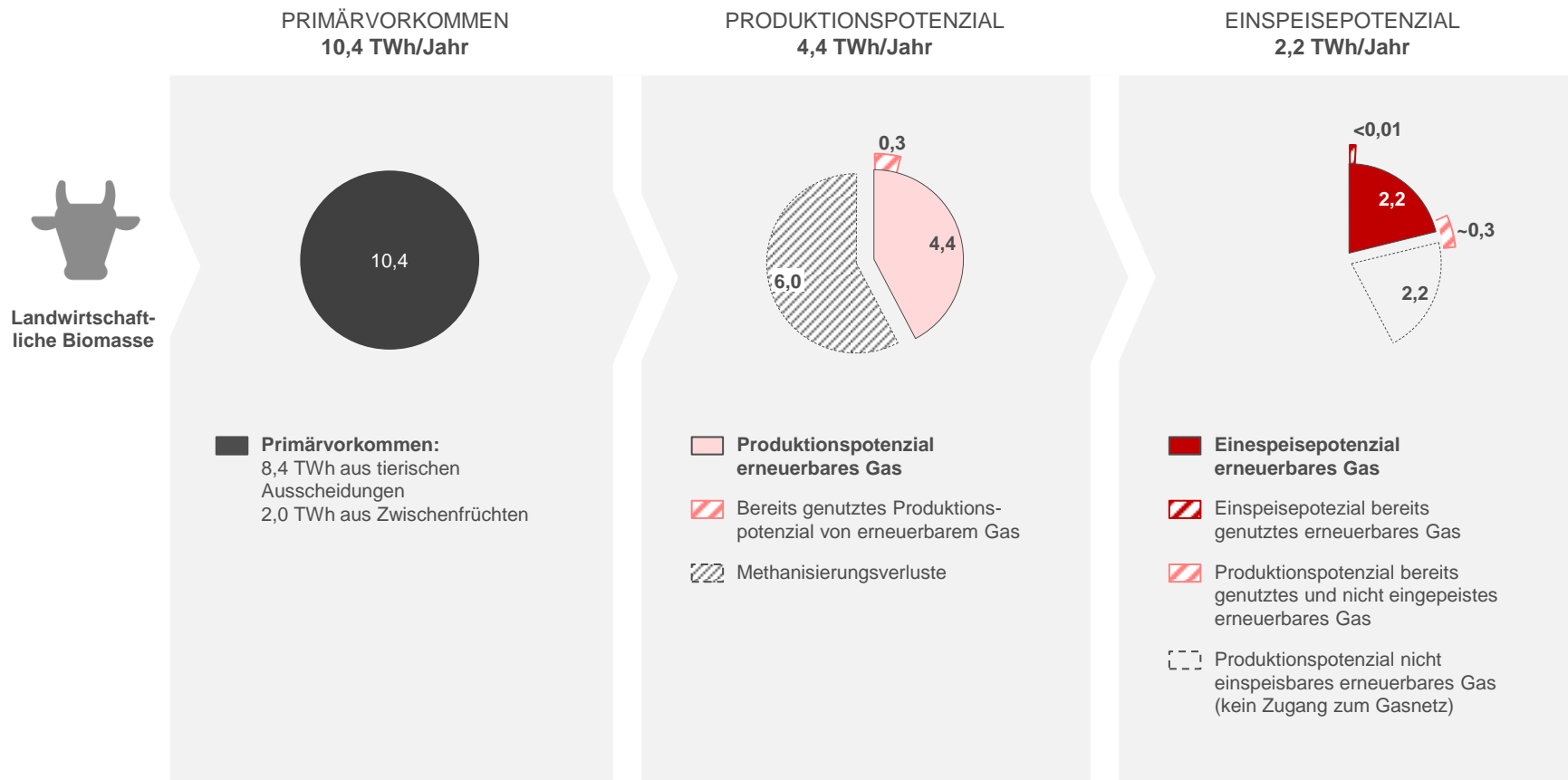
- Drei berücksichtigte Verwertungsketten: *Biogas (landwirtschaftlich oder aus biogenen Abfällen), Energieholz, erneuerbare Elektrizität*
- Vergleichende Analyse der Verwertungen mit und ohne Umwandlung in erneuerbares Gas und Einspeisung
- Vergleich auf der Grundlage von zwei Kriterien: Energieeffizienz und Gesamtkosten der erzeugten Wärme

### 3 | Analyse der wirtschaftlichen Auswirkungen von 30% erneuerbarem Gas für die Wärme

- Bildung mehrerer Einspeisemixe von 4,5 TWh (= 30% des Gases für die Heizung im Wohnbereich)
- Bildung mehrerer Preisszenarios bis 2030
- Berechnung der Kosten für die Einspeisung von 4,5 TWh im Jahr 2030 je nach Mix und Preisszenario

# Das BFE schätzt das Produktionspotenzial von landwirtschaftlichem Biogas auf 4,4 TWh – davon liegen 50% in der Nähe<sup>1)</sup> des Gasnetzes und könnten zu einem vernünftigen Preis eingespeist werden

## SCHÄTZUNG DES POTENZIALS AUS DER LANDWIRTSCHAFTLICHEN BIOMASSE (TWh)



1) 50% des Potenzials liegen in einer Gemeinde, die weniger als 5 km vom Gasnetz entfernt ist (Schätzung mittels Modellierung sämtlicher ~2'200 Schweizer Gemeinden auf der Grundlage von Daten des BFS und des VSG)

# Das Potenzial der Gasproduktion aus biogenen Abfällen wird auf 2,2 TWh geschätzt, davon werden 0,7 TWh bereits genutzt und am Standort verbraucht – der Rest bzw. 1,5 TWh ist potenziell einspeisbar

## SCHÄTZUNG DES POTENZIALS AUS DEN BIOMASSE-ABFÄLLEN (TWh)



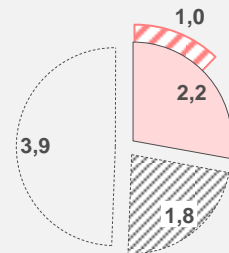
Biomasse-  
Abfälle

PRIMÄRVORKOMMEN  
7,9 TWh/Jahr



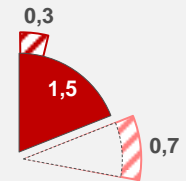
- **Primärvorkommen:**  
7,0 TWh aus biogenen Siedlungs- und Industrieabfällen  
0,9 TWh aus Klärschlamm

PRODUKTIONSPOTENZIAL  
2,2 TWh/Jahr



- **Produktionspotenzial erneuerbares Gas**
- ▨ **Bereits genutztes Produktionspotenzial von erneuerbarem Gas**
- ▩ **Methanisierungsverluste**
- ▤ **Nicht zugängliches Potenzial (nicht getrennt gesammelt)**

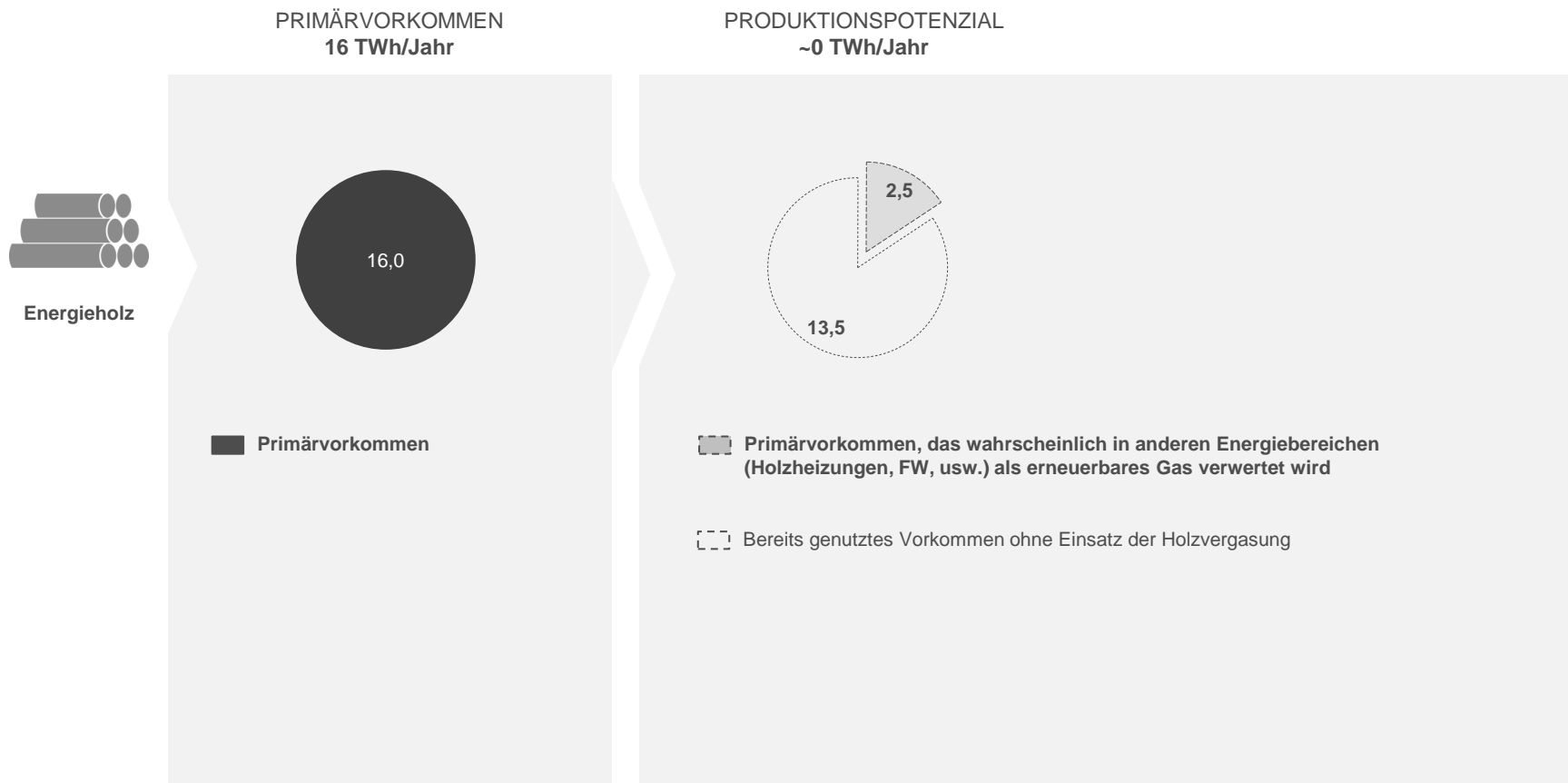
EINSPEISEPOTENZIAL  
1,5 TWh/Jahr



- **Einspeisepotenzial erneuerbares Gas**
- ▨ **Bereits genutztes Einspeisepotenzial von erneuerbarem Gas**
- ▤ **Produktionspotenzial bereits genutztes und nicht eingespeistes erneuerbares Gas**

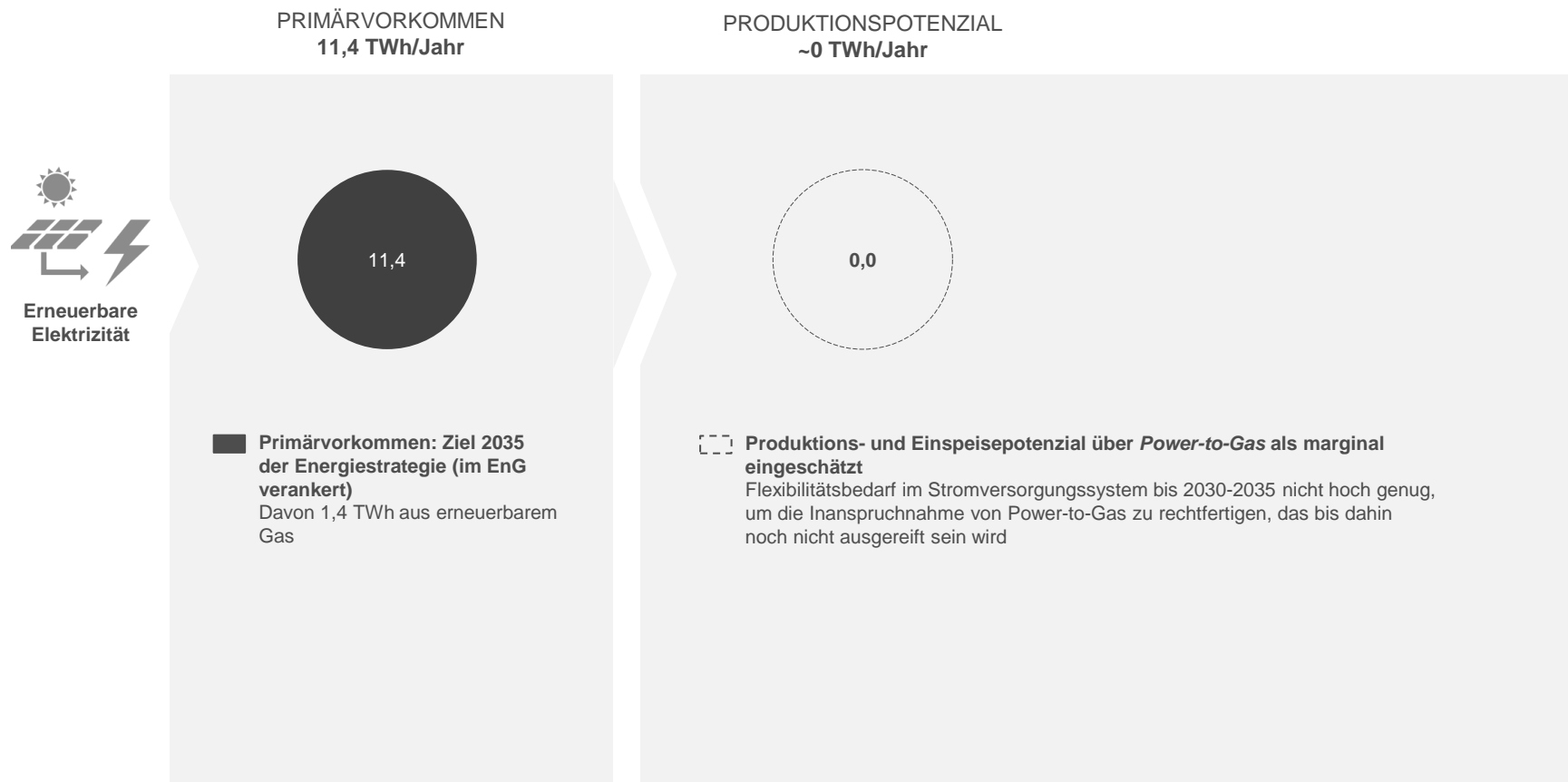
# Die Bundespolitik hält die noch neue und wenig leistungsfähige Technologie der Pyro-Vergasung für die Verwertung des Energieholzpotenzials bis 2030 für nicht geeignet

## EINSCHÄTZUNG DES POTENZIALS AUS ENERGIEHOLZ (TWh)



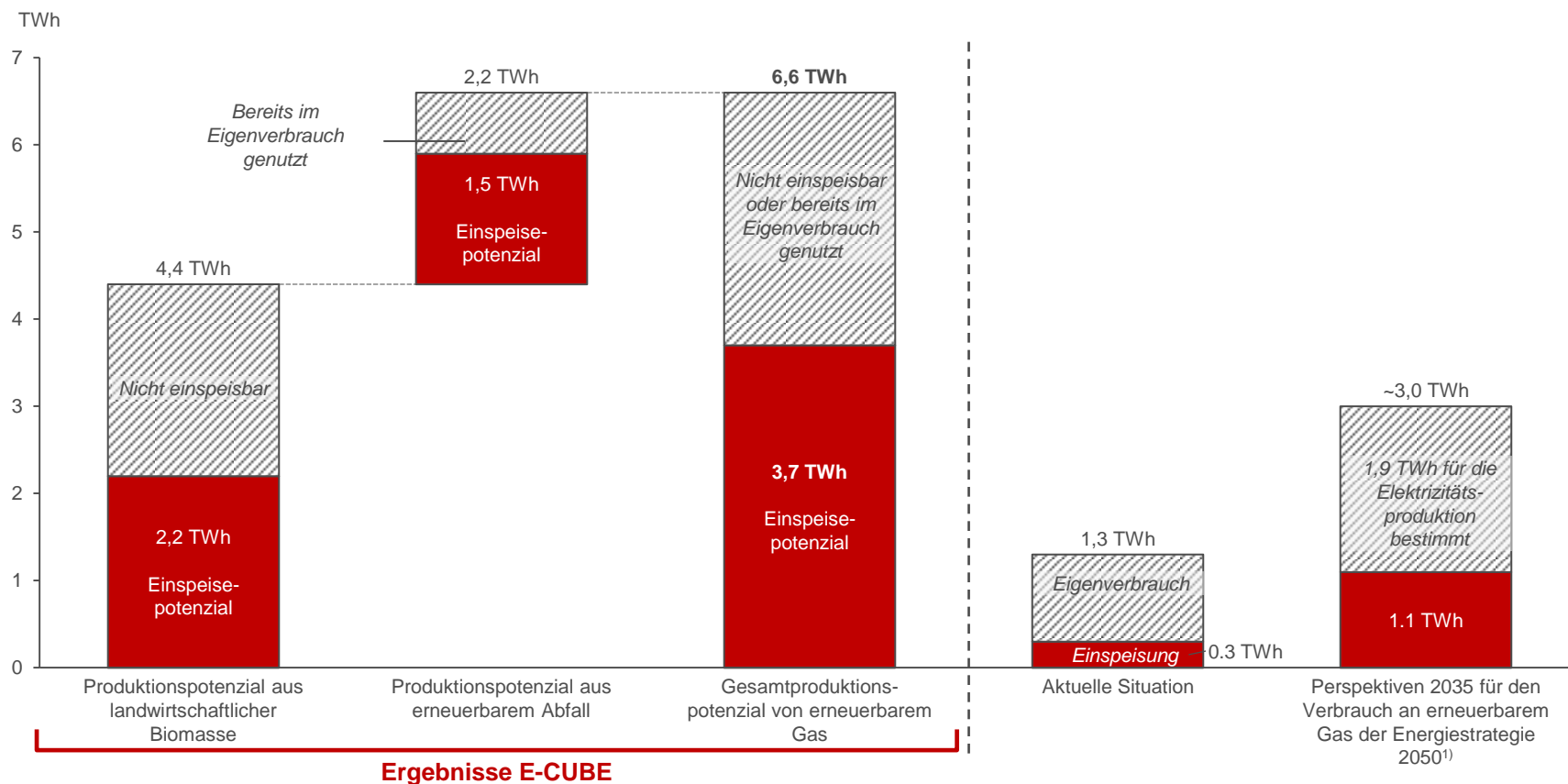
# Power-to-Gas ermöglicht eine flexiblere Gestaltung eines Stromsystems im Falle einer starken Zunahme der intermittierenden Produktion – es ist wenig wahrscheinlich, dass es im Schweizer System bis 2030 in Anspruch genommen werden muss

## EINSCHÄTZUNG DES POTENZIALS AUS ERNEUERBARER ELEKTRIZITÄT (TWh)



# Das maximale theoretische Produktionspotenzial von erneuerbarem Gas wird in der Schweiz auf 6,6 TWh geschätzt, davon könnten 3,7 TWh ins Netz eingespeist werden

## VERGLEICH DER IN DEN SCHWEIZER ENERGIE-PERSPEKTIVEN GESCHÄTZTEN POTENZIALE (TWh)

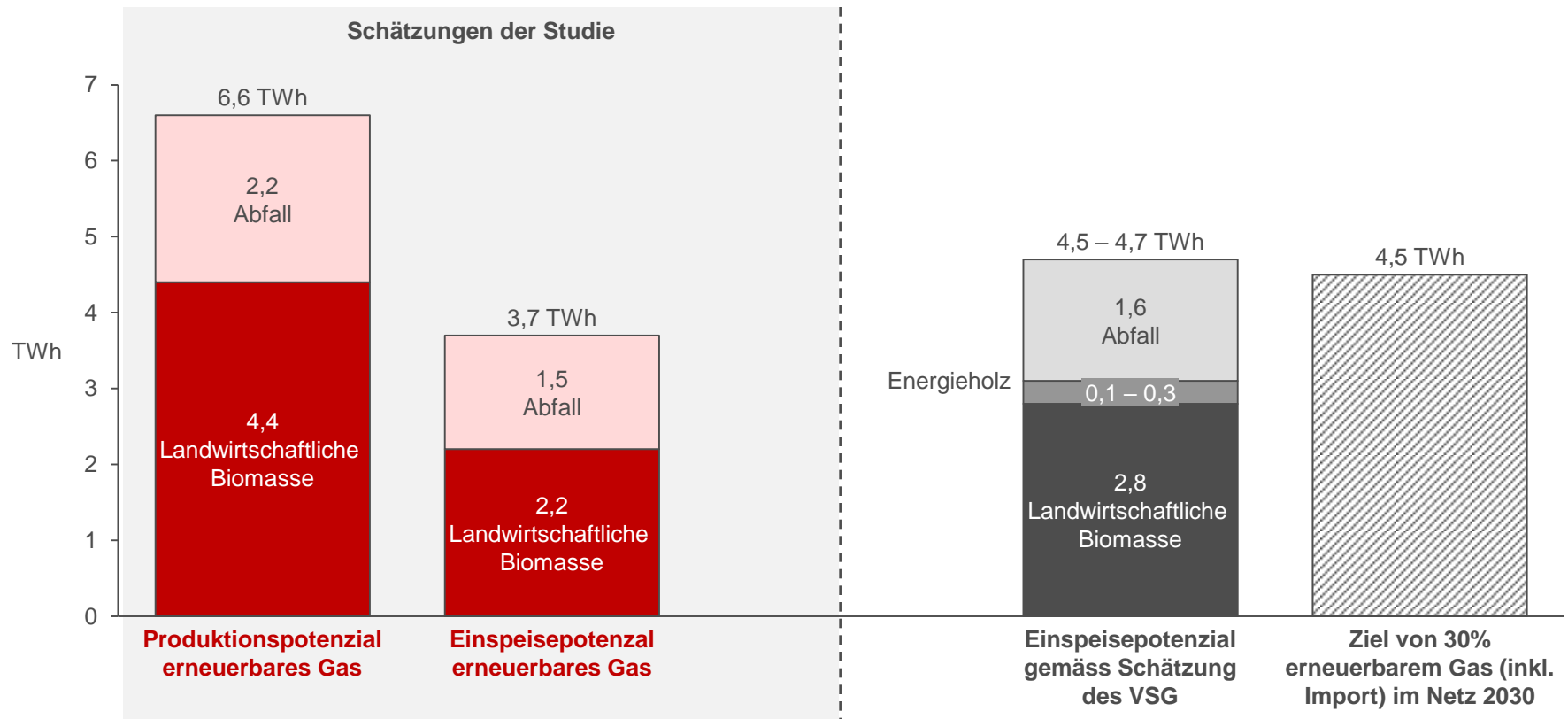


1) Schätzung basierend auf den Prognos-Perspektiven im Szenario «Politische Massnahmen»



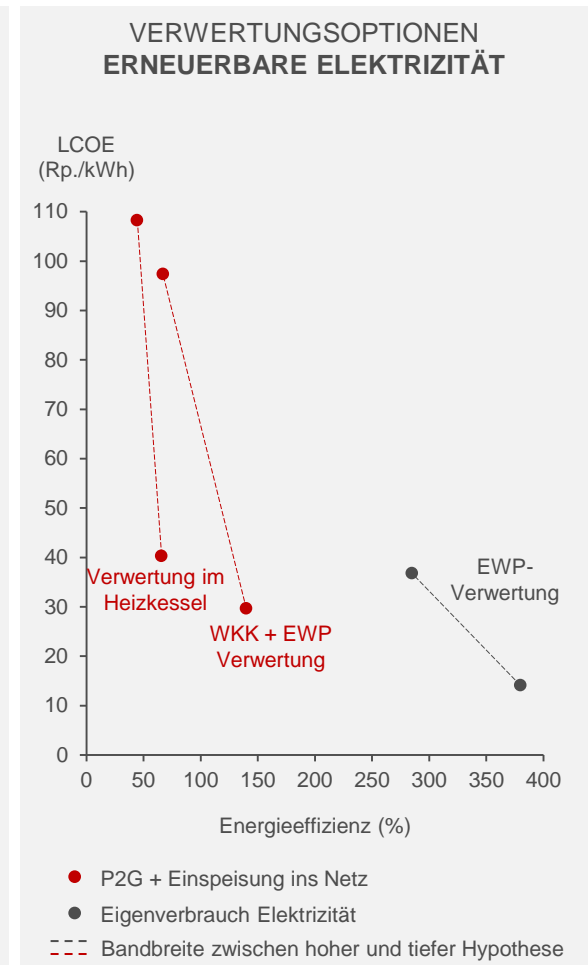
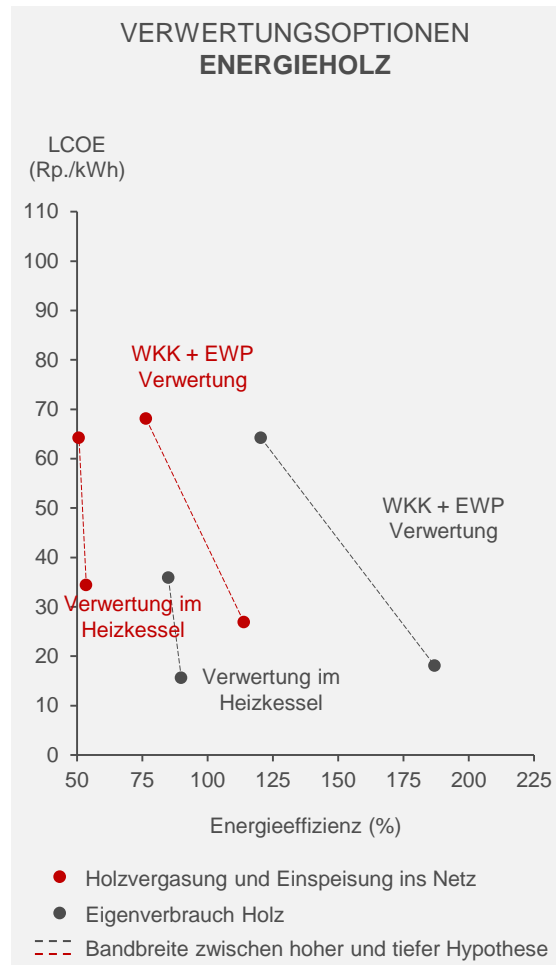
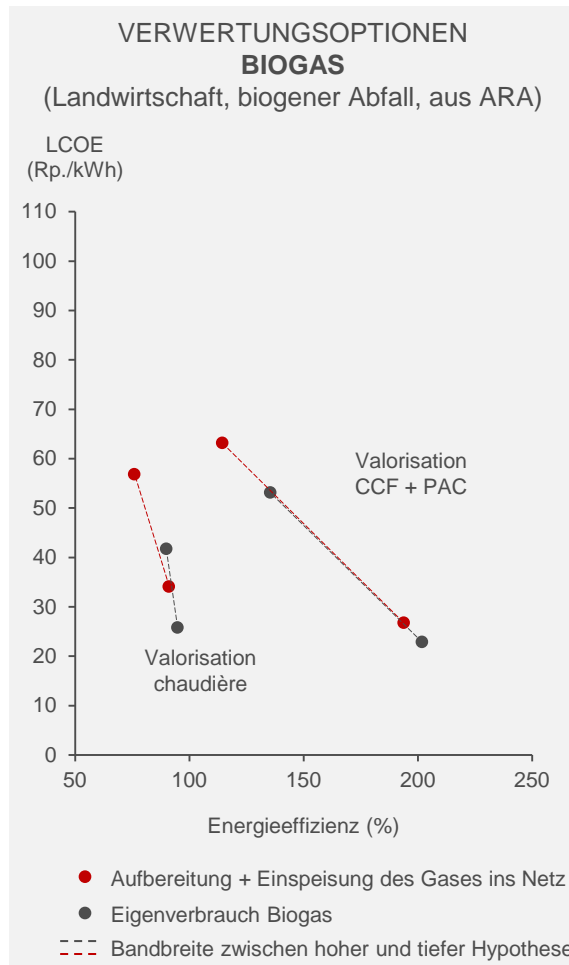
## Das Ziel von 30% erneuerbarem Gas auf dem Gasheizungsmarkt bis 2030 – rund 4,5 TWh – erscheint im Vergleich zu den in der Studie angestellten Einschätzungen des Potenzials als ehrgeizig

VERGLEICH DER GESCHÄTZTEN POTENZIALE MIT DEN ZIELEN DER GASINDUSTRIE (TWh)



# Die Verwertungen mit Wärmepumpe scheinen am effizientesten zu sein – die Verwertungen mit Gaseinspeisung weisen eine tiefere Energieeffizienz und höhere Kosten auf

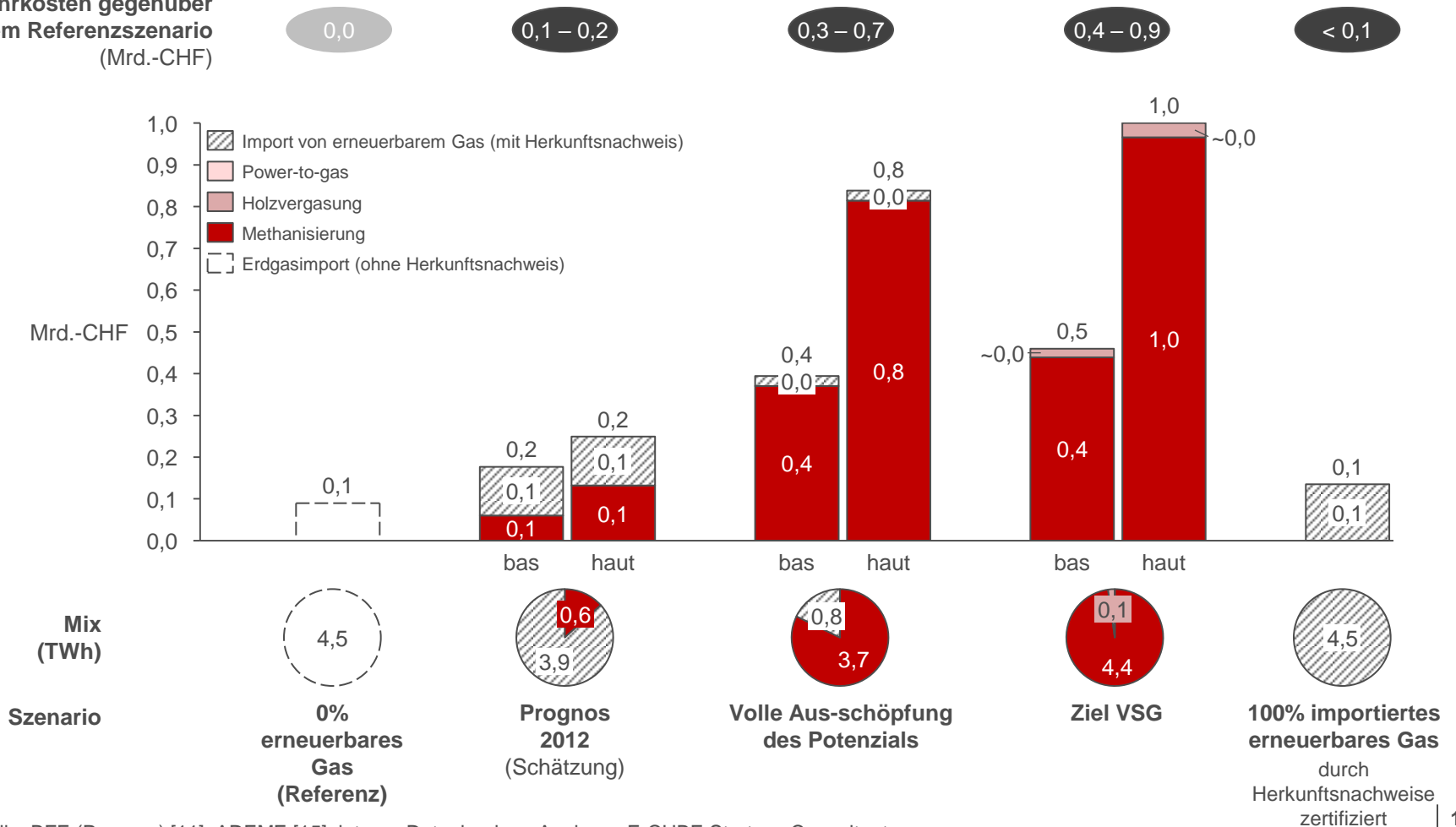
## TECHNISCH-WIRTSCHAFTLICHER VERGLEICH DER HAUPTOPTIONEN DER THERMISCHEN VERWERTUNG



# Das Erreichen des Ziels von 30% erneuerbarem Gas auf dem Wärmemarkt bis 2030 hätte im Vergleich zum Import von nicht erneuerbarem Erdgas Mehrkosten in der Grössenordnung von 0.5 Mrd. CHF pro Jahr zur Folge

**MEHRKOSTEN FÜR DIE EINSPEISUNG VON 4,5 TWH ERNEUERBAREM GAS INS SCHWEIZER NETZ (Mrd.-CHF, 2030)**

Mehrkosten gegenüber dem Referenzszenario (Mrd.-CHF)



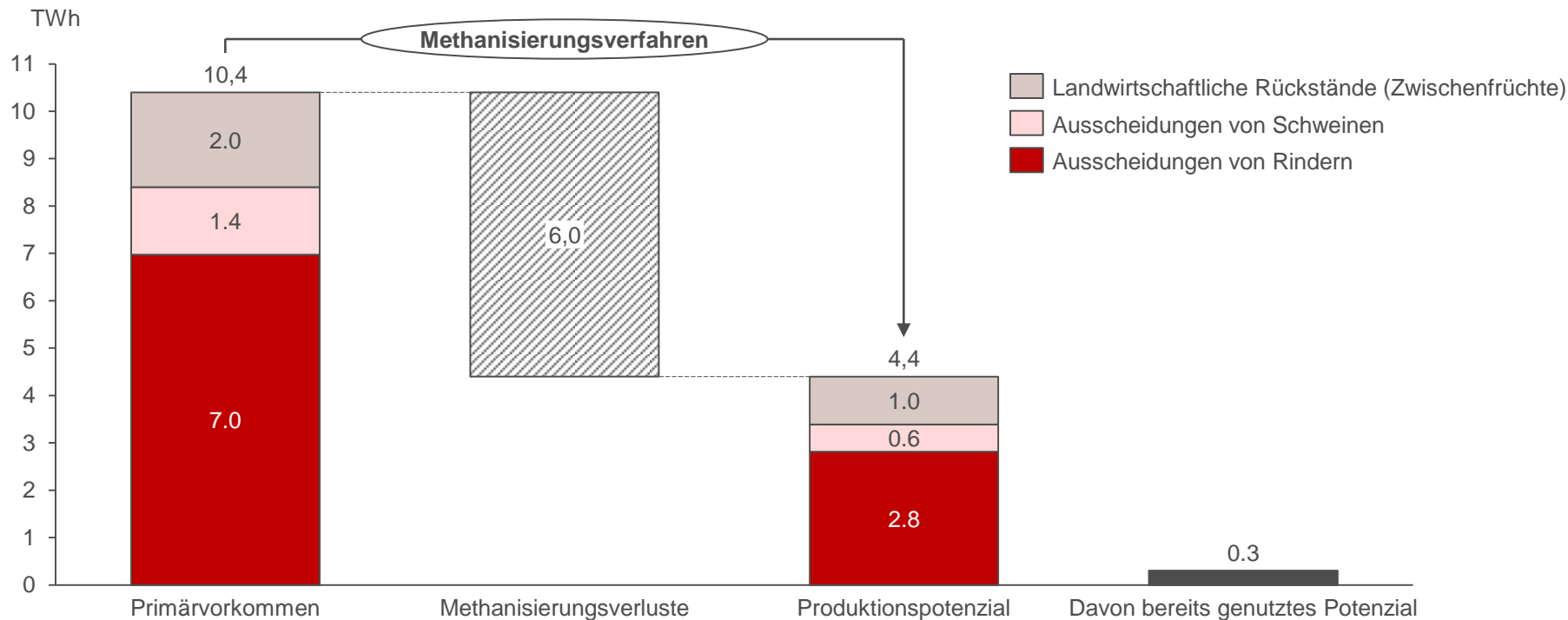
# Aufbau der Präsentation

---

- 1 | Zusammenfassung
- 2 | **Einschätzung des Potenzials**
- 3 | Technisch-wirtschaftliche Analyse
- 4 | Wirtschaftliche Auswirkungen

# 4,4 TWh<sup>1)</sup> des landwirtschaftlichen Biogases könnten gemäss BFE in der Schweiz produziert werden, hauptsächlich aus Ausscheidungen von Rindern<sup>2)</sup>

## SCHÄTZUNG DES PRIMÄRVORKOMMENS UND DES PRODUKTIONSPOTENZIALS VON LANDWIRTSCHAFTLICHEM BIOGAS (TWh)

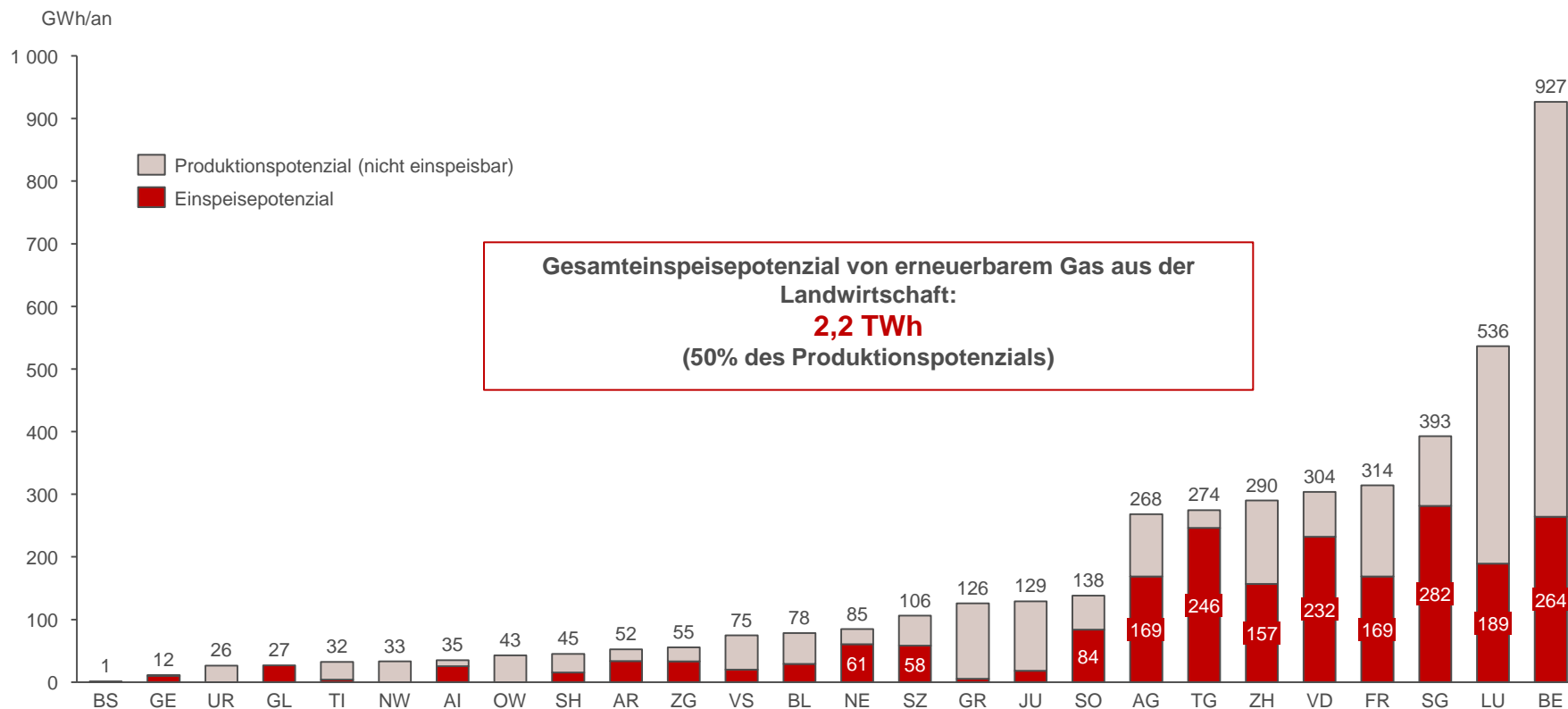


1) Schätzung basierend auf den jährlich produzierten Tonnen Trockensubstanz und des Hu der landwirtschaftlichen Nebenprodukte

2) Entsprechend der Strategie des Bundes werden allfällige Potenziale aus spezifischen Energiepflanzen nicht berücksichtigt

# 50% des Produktionspotenzials von landwirtschaftlichem Biogas liegt in Gemeinden, die sich hinreichend nahe am Netz befinden, damit es eingespeist werden kann, dies entspricht einem Einspeisepotenzial von landwirtschaftlichem Gas von 2,2 TWh

## SCHÄTZUNG DES EINSPEISEPOTENZIALS PRO KANTON (GWh)



1) Das erneuerbare Gas gilt als einspeisbar, wenn es in einer an das Gasnetz angeschlossenen Gemeinde oder in weniger als 5 km Entfernung von einer an das Gasnetz angeschlossenen Gemeinde im gleichen Kanton produziert wird.

# Aufgrund zahlreicher technischer und gesetzlicher Einschränkungen kann nur die Hälfte des aus landwirtschaftlicher Biomasse produzierten erneuerbaren Gases ins Netz eingespeist werden

## EINSCHRÄNKUNGEN BEI DER PRODUKTION UND DER EINSPEISUNG VON ERNEUERBAREM LANDWIRTSCHAFTLICHEM GAS

### 4 Anschluss ans Gasnetz

- Nur ~1'000 der ~2'200 Schweizer Gemeinden sind ans Gasnetz angeschlossen.
- Die Möglichkeit, ans Netz angeschlossen zu werden, ist von der Entfernung zum Netz abhängig, aber auch von der lokalen Topologie, der Siedlungsdichte usw.

### Grösse der Anlagen 1

- Grosse Abweichungen beim Produktionspotenzial bei den sehr kleinen Landwirtschaftsbetrieben im Vergleich mit der Standardkapazität einer Biogasanlage
- Die Realisierung des Produktionspotenzials würde eine Bündelung des Zufuhrmaterials zwischen mehreren Betrieben und den Transport auf der Strasse voraussetzen

**Einschränkungen,  
welche die  
Realisierung des  
Methanisierungs-  
potenzials  
schmälern**

### 3 Soziale Akzeptanz

- Biogasanlagen erzeugen mehrere für die Bürger negativen externen Effekte: Geruch, Verkehr usw.
- Der Bau einer Biogasanlage hängt von der Akzeptanz der Einwohner ab und läuft Gefahr, desoptimiert zu werden

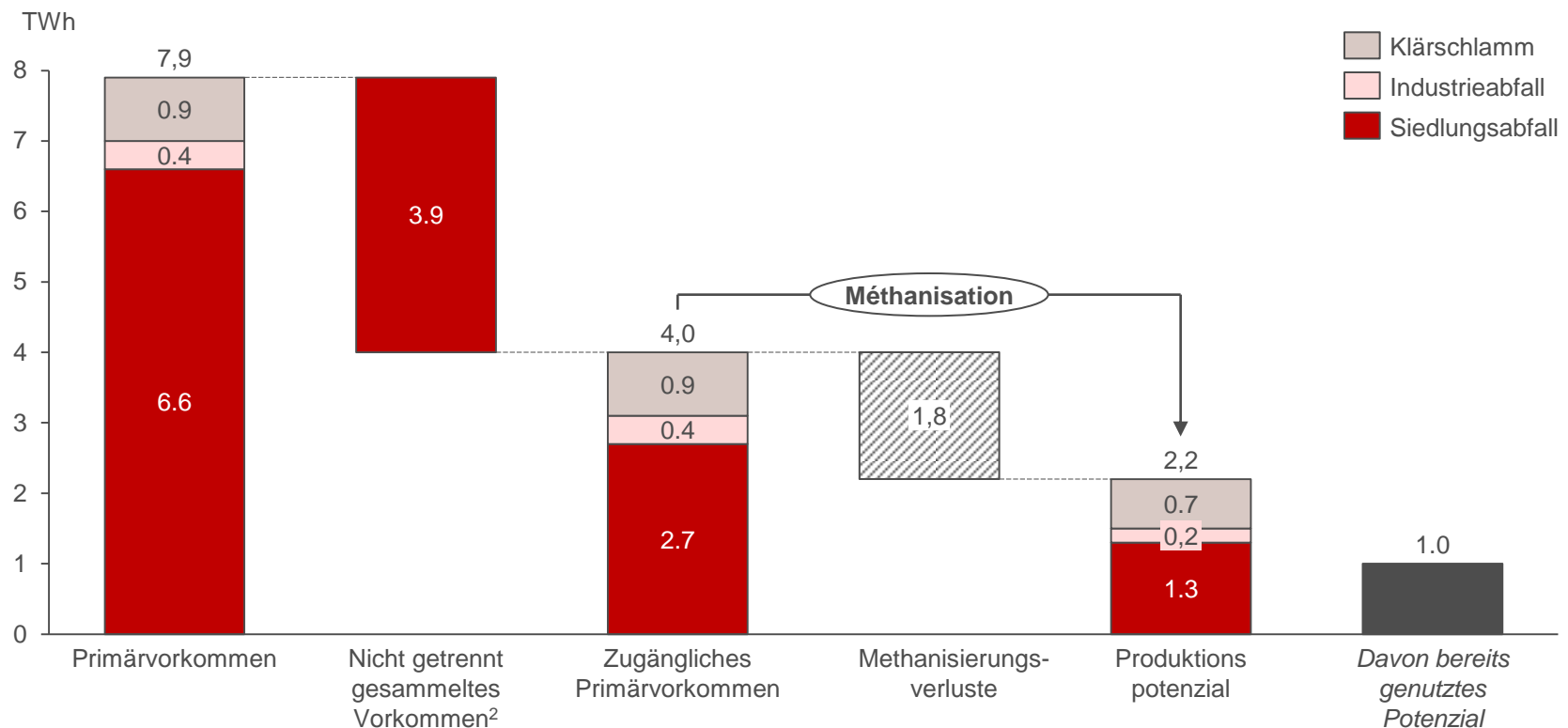
### Gesetzliche Einschränkungen (RPV) 2

- Die verarbeiteten Substrate müssen zu mehr als der Hälfte ihrer Masse vom Standortbetrieb oder aus Landwirtschaftsbetrieben stammen, die innerhalb einer Fahrdistanz von in der Regel 15 km liegen.
- Dieser Teil muss mindestens 10 Prozent des Energieinhalts der gesamten verarbeiteten Substrate ausmachen. Die Quellen der restlichen Substrate müssen innerhalb einer Fahrdistanz von in der Regel 50 km liegen.

1) In dieser Studie wurde die maximale Entfernung auf 5 km festgelegt

## 3,9 TWh aus nicht getrennt gesammelten und mit den Haushaltsabfällen verbrannten Siedlungsabfällen sind nicht zugänglich und 1,8 TWh gehen bei der Methanisierung verloren

### PRODUKTIONSPOTENZIAL VON ERNEUERBAREM GAS AUS ERNEUERBAREM ABFALL<sup>1)</sup> (TWh)

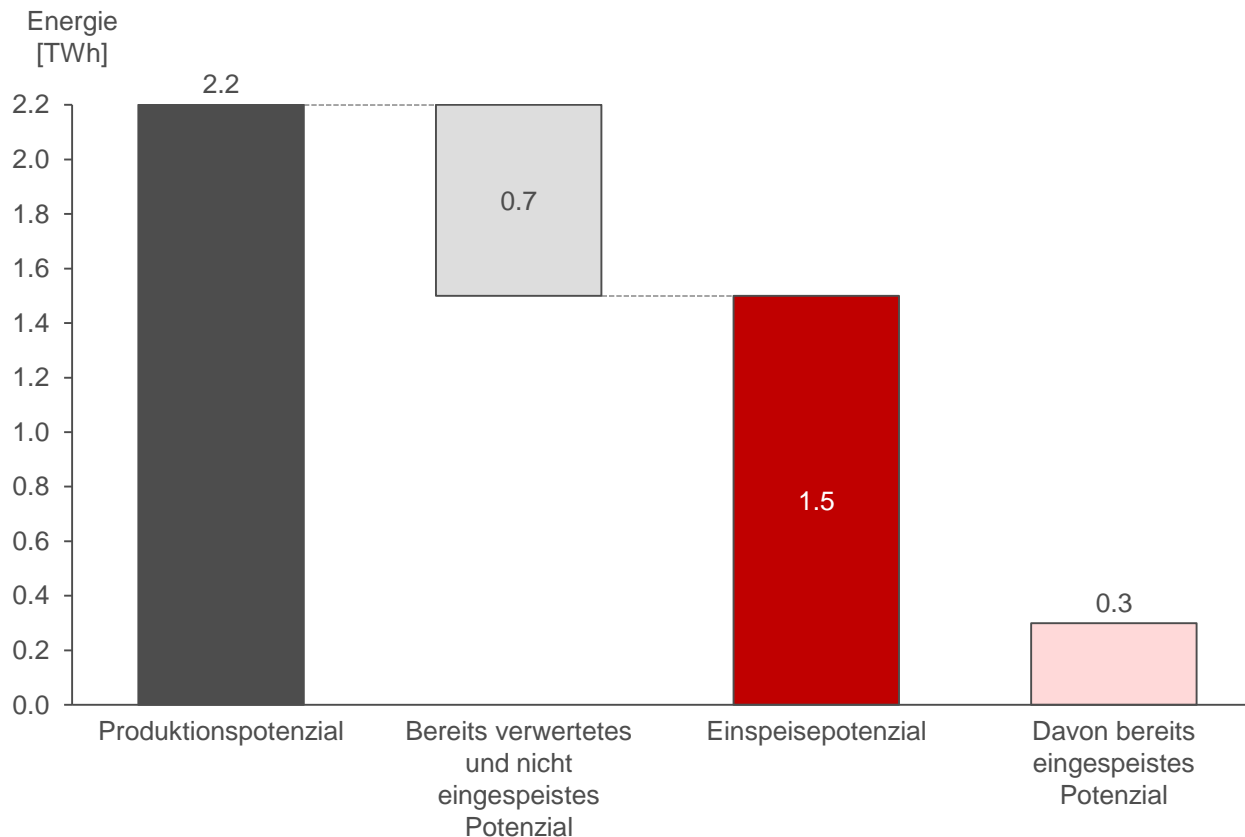


- 1) Schätzungen basierend auf den Daten der Millionen Tonnen Trockensubstanz von erzeugtem und gesammeltem Abfall und der Hu-Werte pro Abfallart
- 2) Durch Verbrennung in Wärme verwertetes Vorkommen



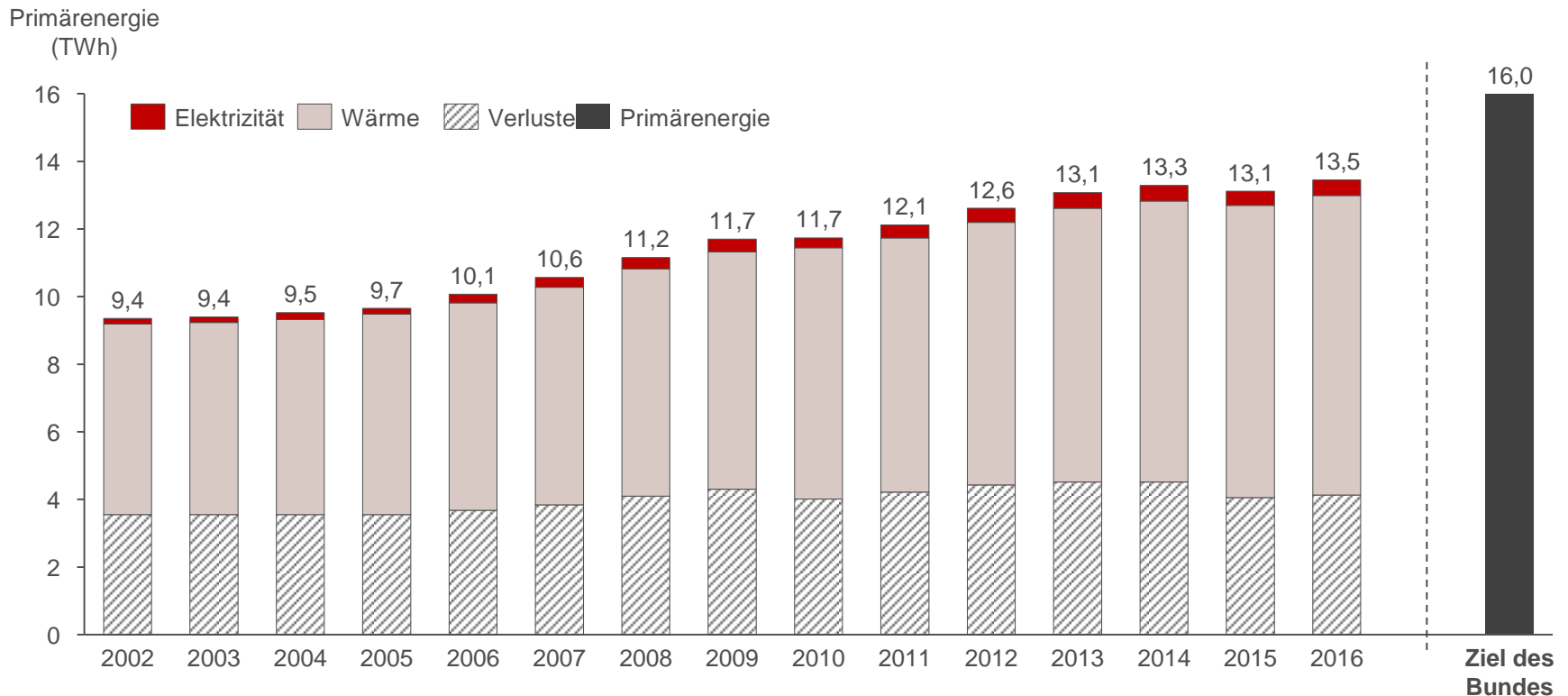
**2016 wurden bereits 0,7 TWh erneuerbares Gas aus Abfall am Produktionsstandort verwertet, ohne eingespeist zu werden – das Einspeisepotenzial für 2030 wird deshalb auf 1,5 TWh geschätzt**

**EINSPEISEPOTENZIAL VON ERNEUERBAREM GAS (TWh)**



# Das BAFU schätzt, dass in der Schweiz 16 TWh Energieholz nachhaltig genutzt werden könnten – gegenüber den tatsächlich verwerteten 13,5 TWh im Jahr 2016

## ENTWICKLUNG UND ZIEL DER ENERGETISCHEN NUTZUNG DER RESSOURCE HOLZ (TWh)



# Die Technologie der Holzvergasung wird auch 2030 noch zu unausgereift sein, um eine sinnvolle Alternative zu den konventionellen Verbrennungswegen oder der Wärme-Kraft-Kupplung darstellen zu können

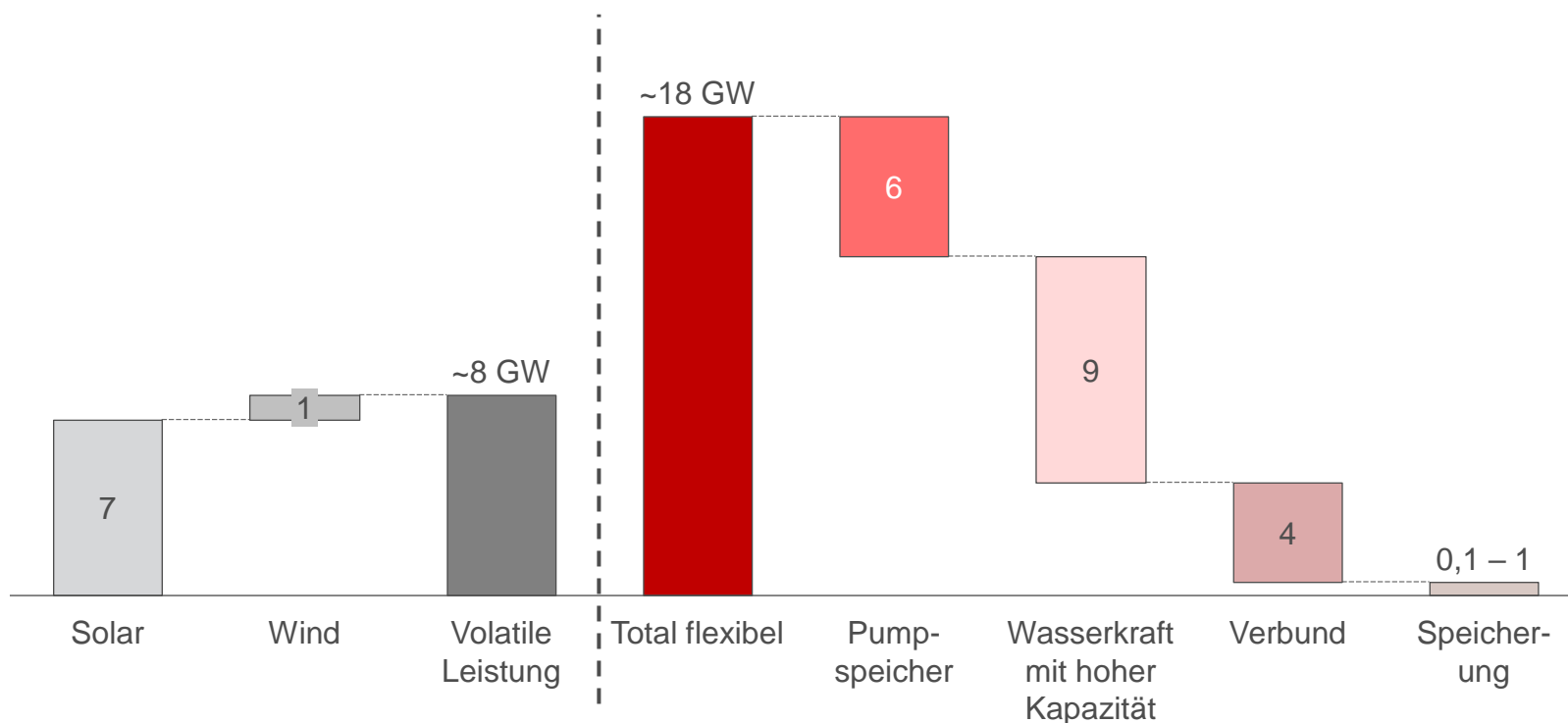
	Konventionelle Verwertungsketten von Holz	Verwertung durch Holzvergasung
 Energieholz	<b>Effizienz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ein Holzheizkessel erzeugt Wärme mit einer Effizienz von 85 bis 90%<sub>Hu</sub>.</li> <li>Eine WKK-Anlage für Holz erzeugt Wärme und Elektrizität mit einer Gesamteffizienz von 65 bis 75%<sub>Hu</sub>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Das Verfahren der Holzvergasung weist eine Effizienz von weniger als 60%<sub>Hu</sub> auf, dies vor der Umwandlung des Gases in Wärme</li> </ul>
	<b>Kosten</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Der Betrieb eines Holzheizkessels kostet zwischen 10 und 30 Rp./kWh (W)</li> <li>Der Betrieb einer WKK-Anlage für Holz kostet zwischen 15 und 30 Rp./kWh (el)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Das Verfahren der Holzvergasung kostet zwischen 10 und 22 Rp./kWh, hinzu kommen die Kosten für die Wärmeproduktion aus Gas (Gaskessel: 90 – 95%<sub>Hu</sub>)</li> </ul>
	<b>Ausgereiftheit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ausgereifte Technologie (viele Konstrukteure, guter Entwicklungsstandard)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Neue Technologie mit einer einzigen industriell betriebenen Anlage, die aus finanziellen Gründen Anfang 2018 geschlossen wurde</li> </ul>

**«Die energiepolitische Position des Bundes räumt der effizienten und sauberen Wärmeproduktion sowie der Wärme- und Stromproduktion mit einem hohen Gesamtwirkungsgrad respektive Jahresnutzungsgrad eine hohe Priorität ein.»**

BFE / BAFU / SECO, «Ressourcenpolitik Holz: Strategie, Ziele und Aktionsplan Holz», 2017 [21]

## Die Schweiz besitzt eine flexible Kapazität von 18 GW, womit es möglich sein sollte, dem Netzausgleich sicherzustellen, ohne Power-to-Gas in Anspruch zu nehmen

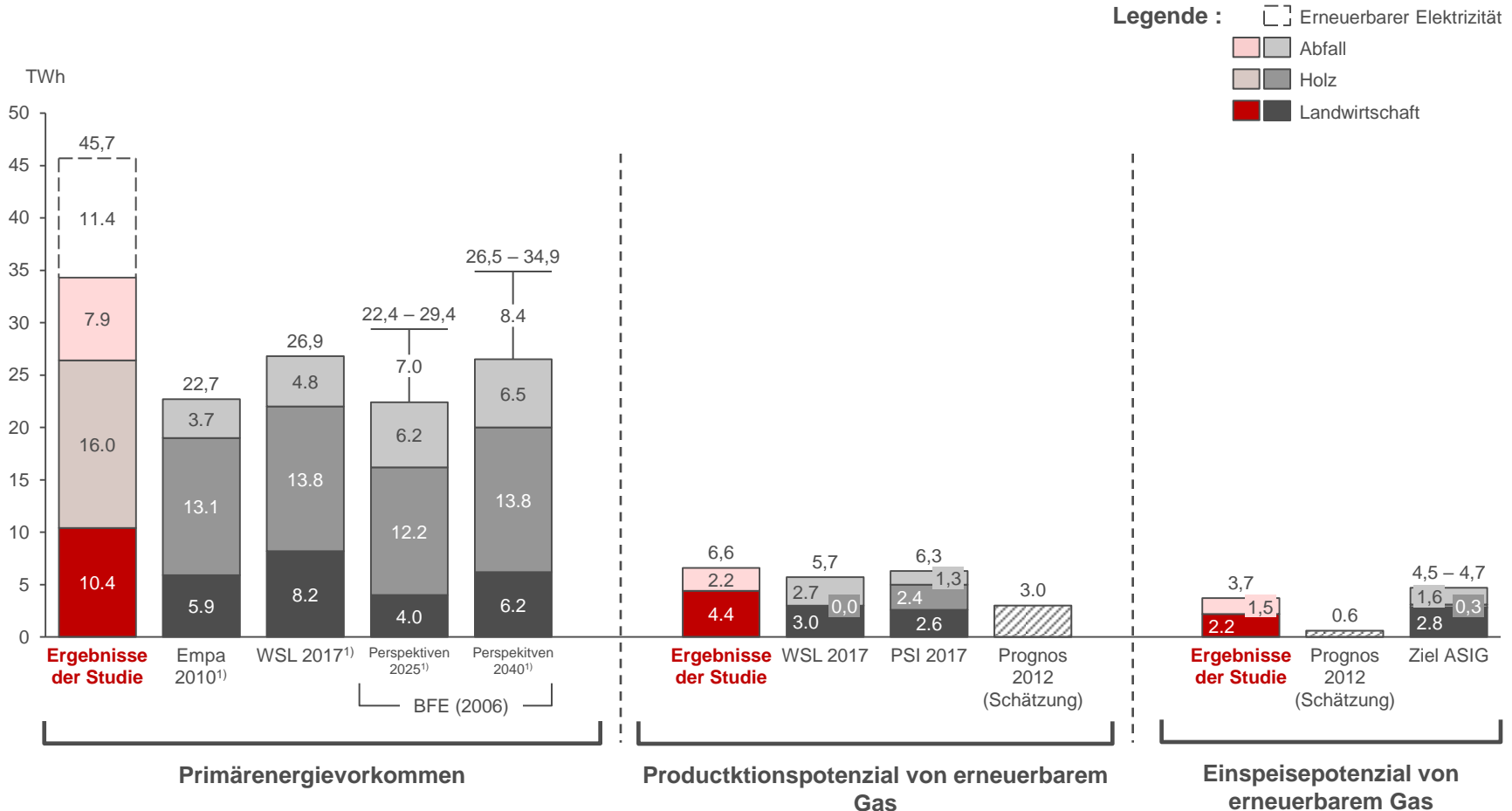
**NICHT FLEXIBLE/INTERMITTIERENDE KAPAZITÄTEN IM VERGLEICH ZU DEN FLEXIBLEN KAPAZITÄTEN IN DER SCHWEIZ (GW)**



- Power-to-Gas ist relevant für die Aufnahme von Produktionsüberschüssen von intermittierenden Anlagen in einem wenig flexiblen Stromsystem.
- Das Stromsystem in der Schweiz verfügt bis 2030 über eine ausreichende flexible Kapazität, ohne Power-to-Gas in Anspruch nehmen zu müssen.
- Für eine Abschätzung, ob Power-to-Gas in der weiteren Zukunft in Anspruch genommen werden muss, bedarf es einer vertieften Analyse.

# Die Ergebnisse der Studie können mit mehreren Referenzdokumenten verglichen werden

## VERGLEICH DER ANALYSEN



1) Energievorkommen aus erneuerbarer Elektrizität ist von der Analyse ausgeschlossen

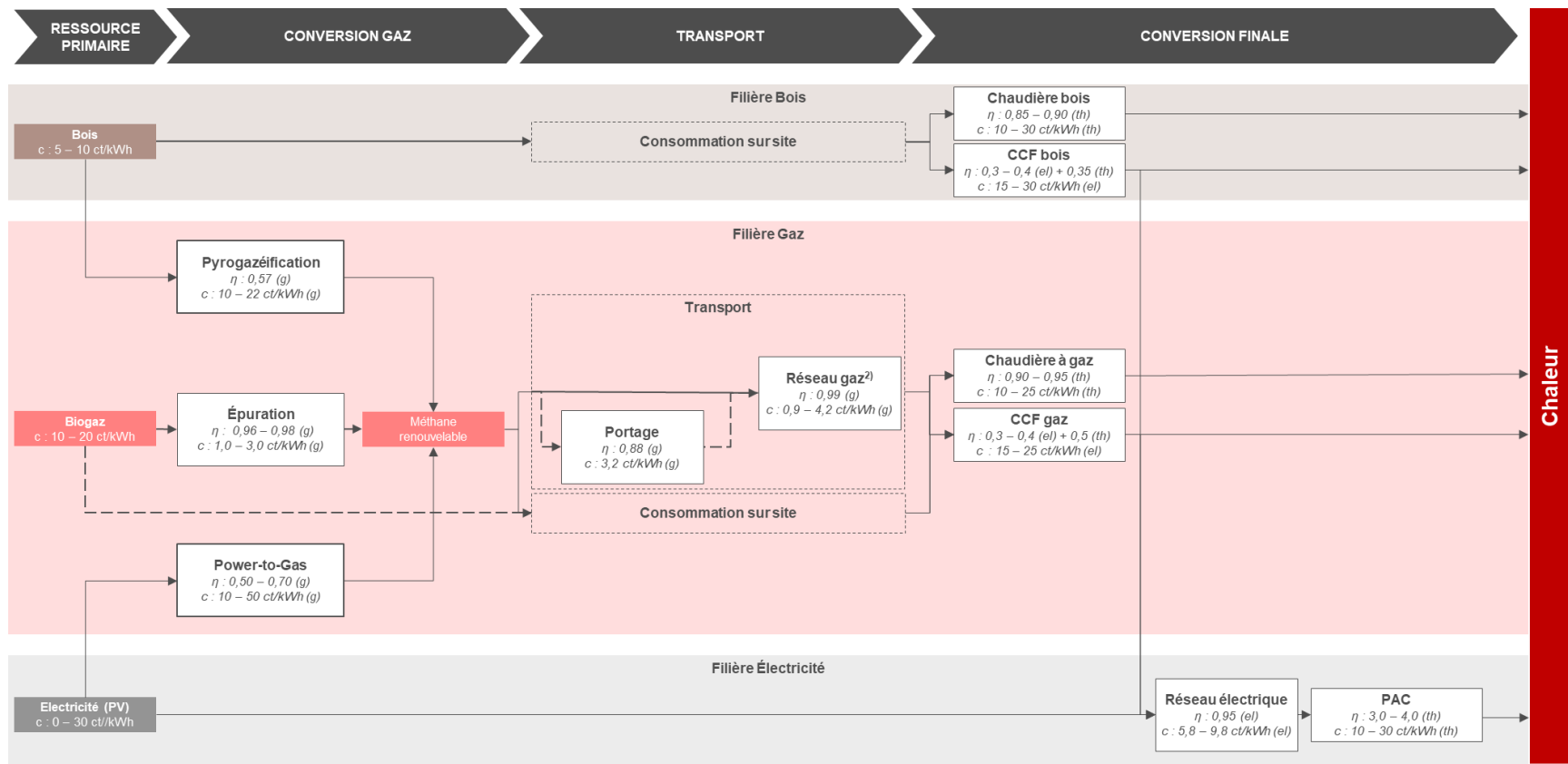
## Aufbau der Präsentation

---

- 1 | Zusammenfassung
- 2 | Einschätzung des Potenzials
- 3 | Technisch-wirtschaftliche Analyse**
- 4 | Wirtschaftliche Auswirkungen

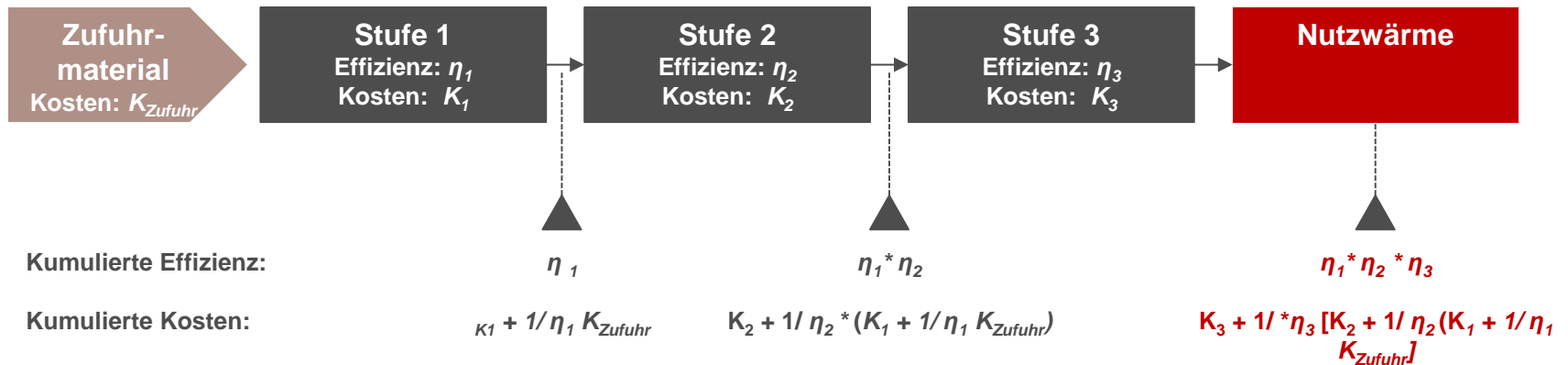
# Es wurden mehrere Optionen für die Verwertung der drei Ressourcen (Biogas, Holz, erneuerbare Elektrizität) basierend auf Umwandlungsbausteinen berücksichtigt

## ERFASSUNG DER VERWERTUNGSKETTEN VON PRIMÄRVORKOMMEN UND BESCHREIBUNG DER TECHNISCH-WIRTSCHAFTLICHEN HYPOTHESEN



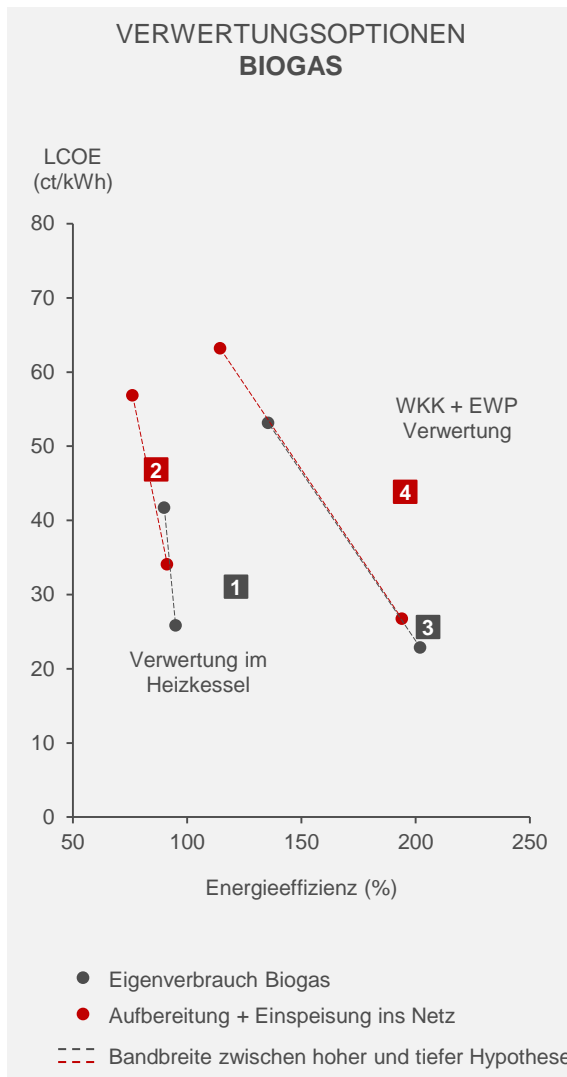
# Die Berechnung der Kosten für die erzeugte Wärme und der Energieeffizienz der gewählten Verwertung basieren auf einem Ansatz von aufeinanderfolgenden Umwandlungsbausteinen

## VOLLSTÄNDIGE METHODIK FÜR DIE BERECHNUNG DER KOSTEN UND DER ENERGIEEFFIZIENZ





# Technisch-wirtschaftlicher Vergleich der thermischen Verwertung von Biogas

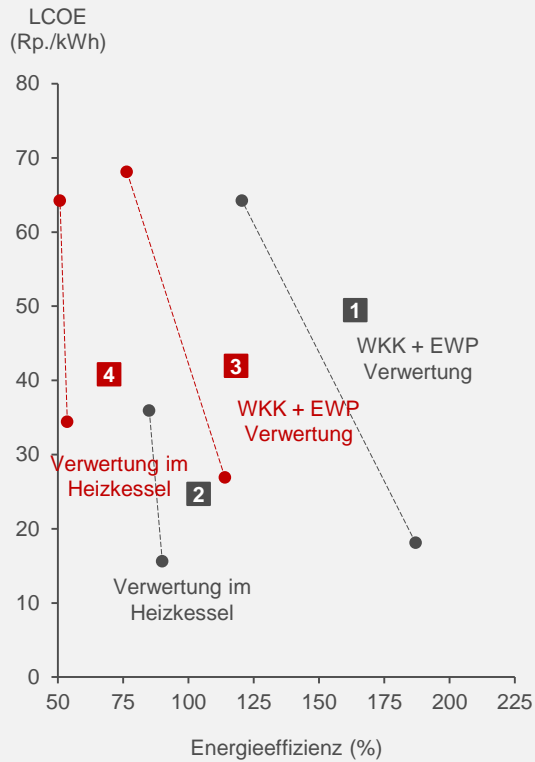


	Biogas	Aufbereitung	Transport Gas	Durchleitung Gasnetz	Verbrennung im Heizkessel	Verbrennung in WKK Gas + Wärmepumpe
<b>1</b> Tiefe Hypothese	●				●	
Hohe Hypothese	●				●	
<b>2</b> Tiefe Hypothese	●	●		●	●	
Hohe Hypothese	●	●	●	●	●	
<b>3</b> Tiefe Hypothese	●					●
Hohe Hypothese	●					●
<b>4</b> Tiefe Hypothese	●	●	●	●		●
Hohe Hypothese	●	●	●	●		●
<b>Kosten<sup>1)</sup> Rp./kWh</b>	15,0	3,0	3,2	4,2	10,0	15,4
					25,0	42,0
<b>Energieeff. Hu</b>		0,97	0,88	0,99	0,95	2,02
					0,90	1,36

1) Umwandlungskosten exkl. Kosten für Zufuhrmaterial (ausser für Biogas)

# Technisch-wirtschaftlicher Vergleich der thermischen Verwertung von Energieholz

## VERWERTUNGSOPTIONEN ENERGIEHOLZ

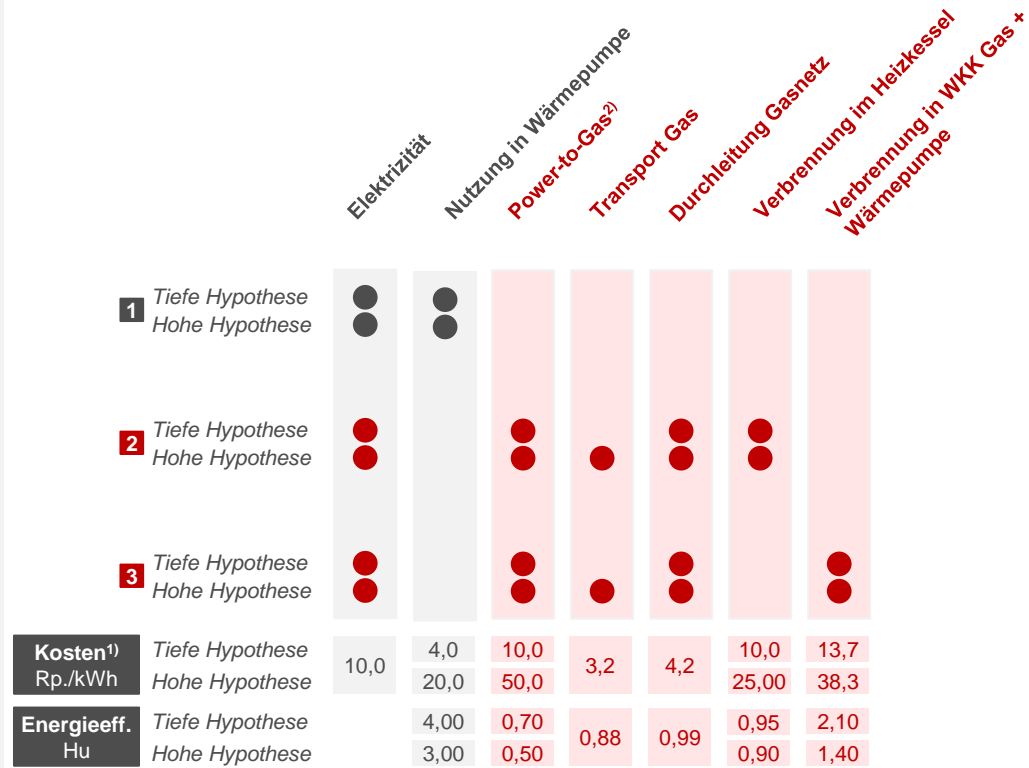
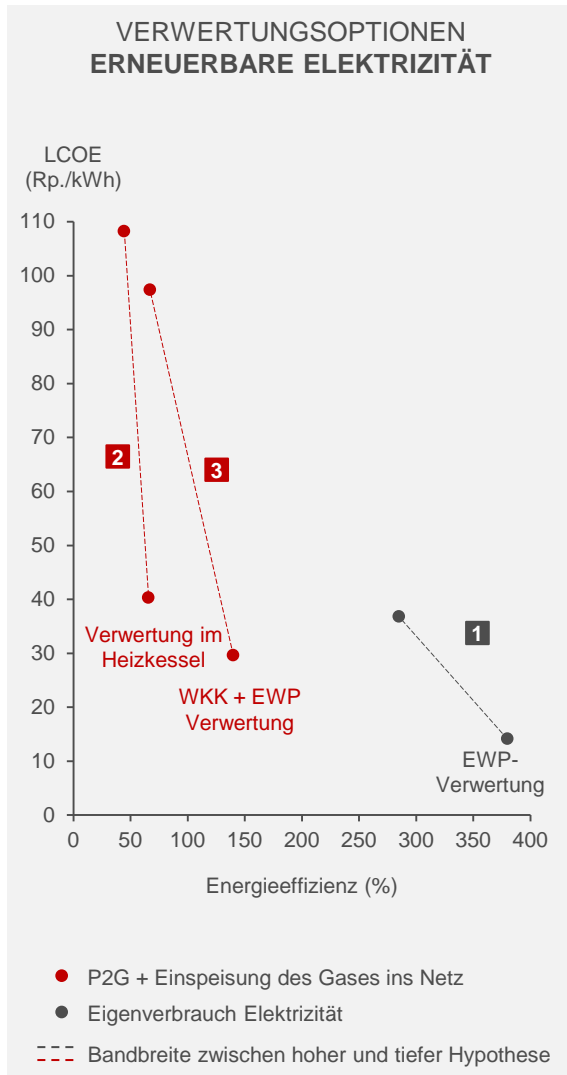


- Holzvergasung + Einspeisung des Gases ins Netz
- Eigenverbrauch Holz
- - - Bandbreite zwischen hoher und tiefer Hypothese

	Holz	Verbrennung im Holzheizkessel	Verbrennung in WKK Holz + Wärmepumpe	Holzvergasung	Transport Gas	Durchleitung Gasnetz	Verbrennung im Gasheizkessel	Verbrennung in WKK Gas + Wärmepumpe
<b>1</b> Tiefe Hypothese	●		●					
Hohe Hypothese	●		●					
<b>2</b> Tiefe Hypothese	●	●						
Hohe Hypothese	●	●						
<b>3</b> Tiefe Hypothese	●			●	●	●	●	●
Hohe Hypothese	●			●	●	●	●	●
<b>4</b> Tiefe Hypothese	●			●	●	●	●	●
Hohe Hypothese	●			●	●	●	●	●
<b>Kosten<sup>1)</sup></b> Rp./kWh	5,0	10,0 30,0	15,4 43,8	10,0 22,0	3,2	4,2	10,0 25,0	15,4 42,0
<b>Energieeff.</b> Zu		0,90 0,85	1,87 1,21	0,57	0,88	0,99	0,95 0,90	2,02 1,36

1) Umwandlungskosten exkl. Kosten für Zufuhrmaterial (ausser für Holz)

# Technisch-wirtschaftlicher Vergleich der thermischen Verwertung von erneuerbarer Elektrizität



1) Umwandlungskosten excl. Kosten für Zufuhrmaterial (ausser für Elektrizität)

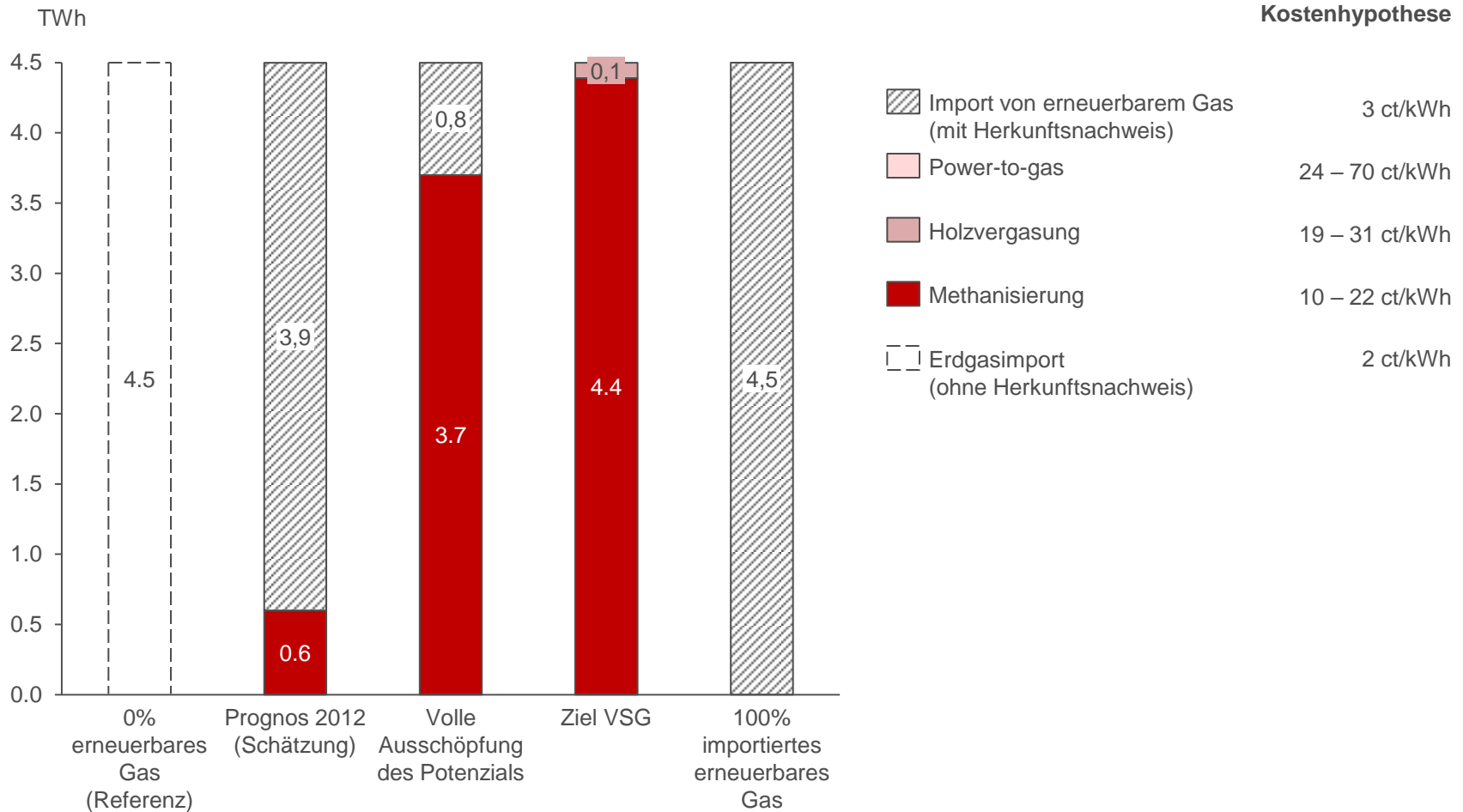
## Aufbau der Präsentation

---

- 1 | Zusammenfassung
- 2 | Einschätzung des Potenzials
- 3 | Technisch-wirtschaftliche Analyse
- 4 | Wirtschaftliche Auswirkungen**

# Vergleich von vier Einspeisemixen von 4,5 TWh erneuerbarem Gas basierend auf verschiedenen möglichen Zielsetzungen mit einem Mix von 0% erneuerbarem Gas (Referenz)

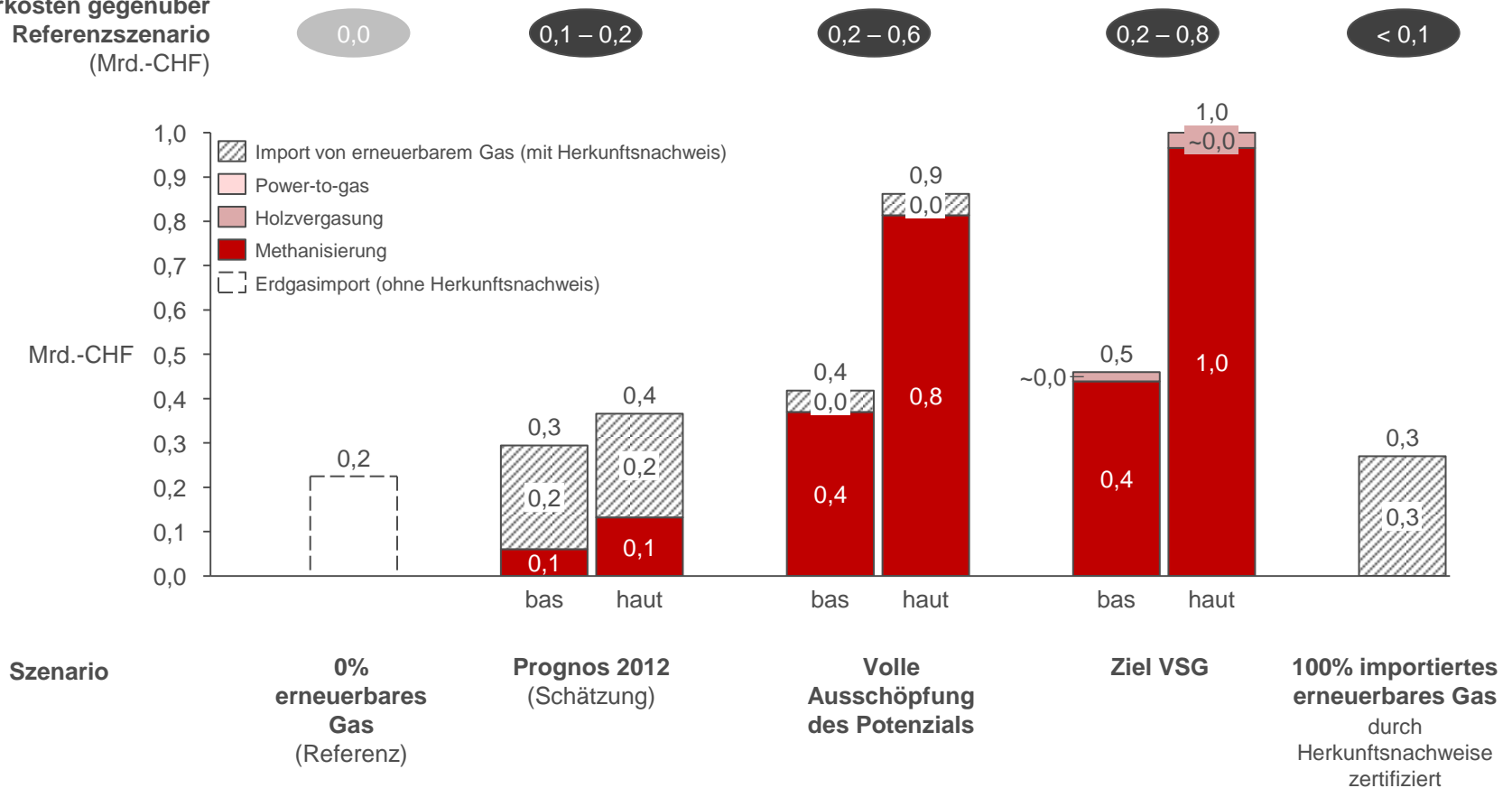
HERKUNFT DES IN WÄRME VERWERTETEN GASES JE NACH SZENARIO (TWh)



# Mit einer Preisannahme von 5 Rp./kWh für Erdgas (gegenüber ~2 Rp./kWh heute) sinken die Mehrkosten, die bei der Einspeisung von erneuerbarem Gas anfallen, leicht, der Preis ist aber immer noch nicht wettbewerbsfähig

## MEHRKOSTEN FÜR DIE EINSPEISUNG VON 4,5 TWH ERNEUERBAREM GAS IN DAS SCHWEIZER NETZ – Hypothese: Erdgas zu 5 Rp./kWh (Mrd.-CHF, 2030)

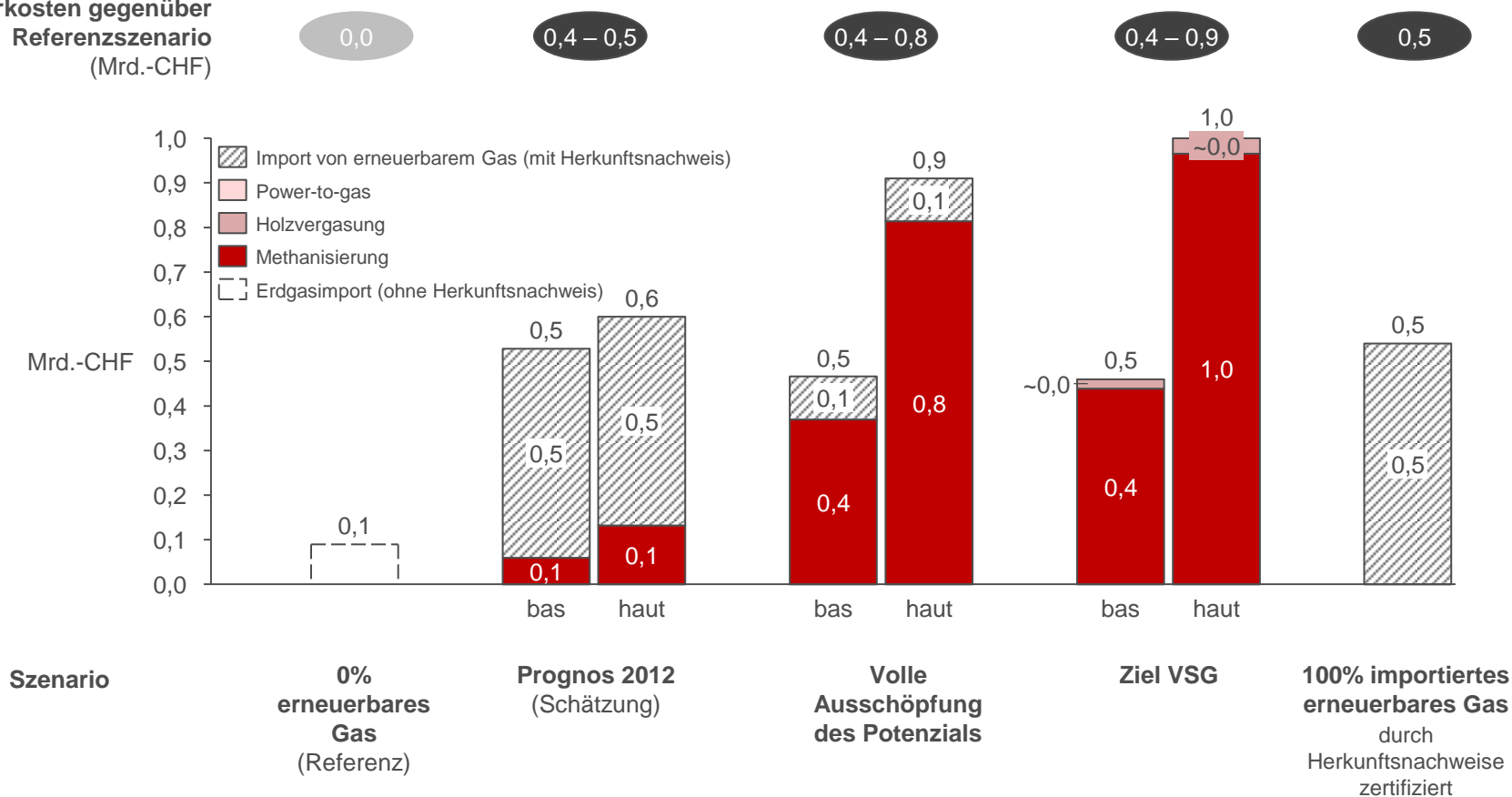
Mehrkosten gegenüber Referenzszenario (Mrd.-CHF)



# Wenn der Herkunftsnachweis 10 statt 1 Rp./kWh kostet, werden diejenigen Mixe, welche der Methanisierung und diejenigen, welche dem Import von Herkunftsnachweisen den Vorzug geben, miteinander vergleichbar

**MEHRKOSTEN FÜR DIE EINSPEISUNG VON 4,5 TWH ERNEUERBAREM GAS IN DAS SCHWEIZER NETZ – Hypothese: Herkunftsnachweise zu 10 Rp./kWh (Mrd.-CHF, 2030)**

Mehrkosten gegenüber Referenzszenario (Mrd.-CHF)



# Literaturverzeichnis

---

## Literaturverzeichnis

- [1] BFE, «Potentiale zur energetischen Nutzung von Biomasse in der Schweiz», 2004
- [2] Empa, «Bioenergy in Switzerland: Assessing the domestic sustainable biomass potential», 2010
- [5] BFE, «Schweizerische Statistik der Erneuerbaren Energien 2016», 2017
- [9] BFE, «Marktentwicklung fossiler Energieträger 3 / 2017», 2017
- [10] Bundesrat, «Botschaft zum ersten Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050», 2013
- [11] BFE (Prognos), «Die Energieperspektiven für die Schweiz bis 2050», 2012
- [13] VSG, «Erdgas Positionspapier: Gas spielt eine wichtige Rolle in der Energieversorgung von morgen», date
- [14] VSG (6. Bioenergie-Forum), «So wird die Schweizer Gasversorgung erneuerbar», 2018
- [15] ADEME, «Un mix de gaz 100% renouvelable en 2050 ? Étude de faisabilité technico-économique», 2018
- [16] BFE, «Mini Biogaz : Développement de petites unités de biogaz en agriculture», 2014
- [17] BFS, « 872-1800 Landwirtschaft und Ernährung», 2017
- [18] BAFU / BLW, «Biogasanlagen in der Landwirtschaft», 2016
- [23] BFE / BAFU / SECO, «Ressourcenpolitik Holz: Strategie, Ziele und Aktionsplan Holz», 2017
- [24] BAFU, «Jahrbuch Wald und Holz 2017», 2017
- [25] BAFU, «Organische Verluste aus der Lebensmittelindustrie in der Schweiz», 2016
- [26] BAFU, «Abfallmengen und Recycling 2016 im Überblick», 2016
- [27] BAFU, «Kompostier- und Vergärungsanlagen: Erhebung in der Schweiz und in Liechtenstein», 2016
- [28] BAFU, «Klärschlamm Entsorgung in der Schweiz: Klärschlamm Erhebung 2012», 2013
- [29] BAFU, «Gesamtschweizerische Erhebung über biogene Abfälle aus kommunalen Quellen: Umfrage bei Gemeinden», 2017
- [31] Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern, «Phosphorrecycling im Kanton Bern», 2015
- [32] EnergieSchweiz, «Klärgas: Energie der A-Klasse», 2006
- [33] AfE Freiburg, «Sachplan Energie», 2017
- [34] ScanE Genève, «Plan directeur cantonal de l'énergie 2005 – 2009», 2005
- [35] SIG, «Assainissement des eaux usées», 2016
- [36] Agridea «Production et Consommation d'énergie en agriculture», 2016
- [37] Conseil d'Etat de Neuchâtel, «Conception directrice de l'énergie», 2016
- [38] Etat de Vaud, «Plan cantonal de gestion des déchets 2004 – révision 2010», 2010
- [39] Canton de Vaud, «Etat des lieux et perspectives énergétiques des STEP vaudoises», 2018
- [40] Dienststelle für Energie und Wasserkraft des Kantons Wallis, «Effizienz und Energieversorgung – Teilstrategie Gas», 2017
- [42] ATEE (Club Biogaz), «L'emploi dans la filière biogaz française de 2005 à 2020», 2014
- [45] SVT NYHETER, «Investerade nästan två miljarder i Gobigas – nu läggs projektet ner», 3 april 2018
- [52] VSG, «Verzeichnis der mit Erdgas versorgten Gemeinden in der Schweiz», 2011