

Planung, Bau und Betrieb von Biogasaufbereitungsanlagen : Aufgaben & Lösungen

Internationale
Bio- und Deponiegas
Fachtagung
in Magdeburg 2013





H. Berg & Partner GmbH, Malmedyer Straße 30, 52066 Aachen

- 30 Mitarbeiter
- davon 21 Ingenieure

Arbeitsgebiete H. Berg & Partner GmbH



Gewässer



Trinkwasser



Abwasser



Straße

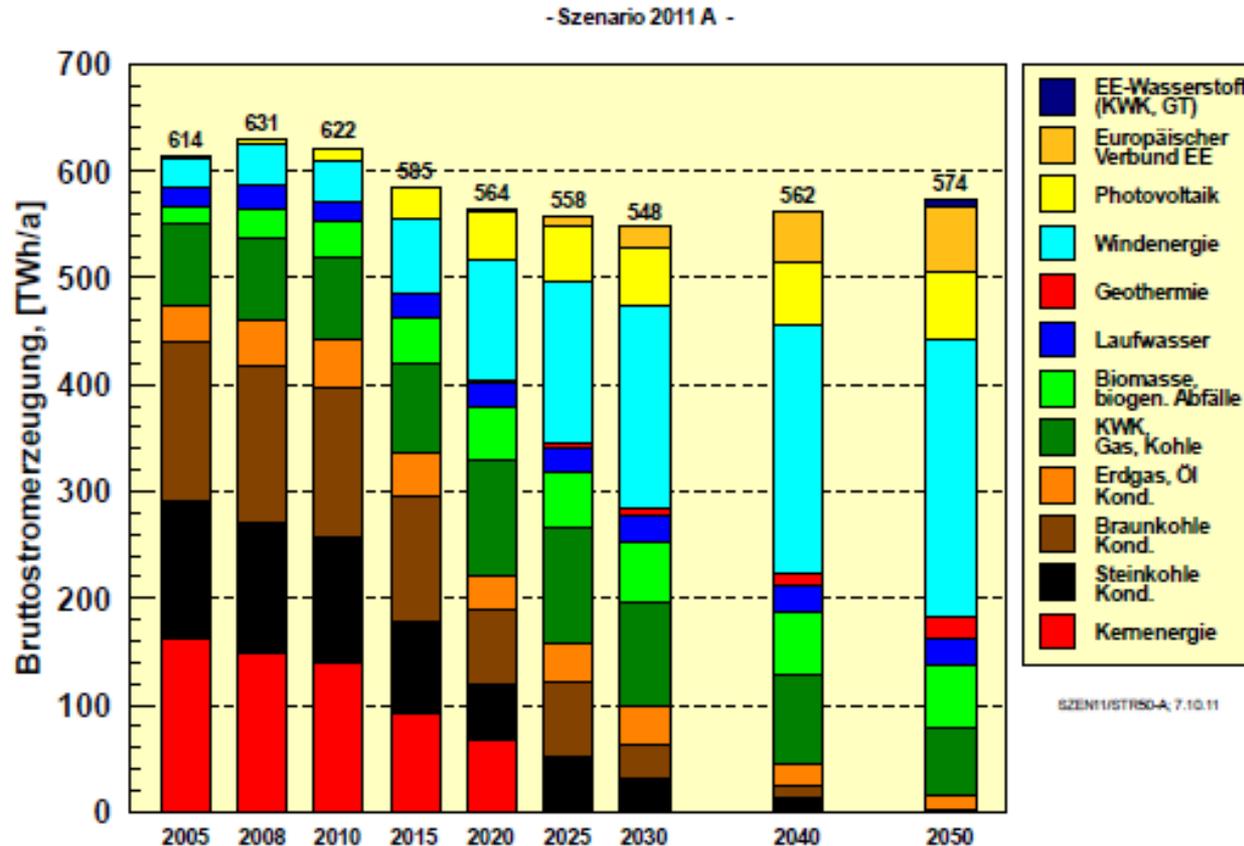


Biogas

Gliederung

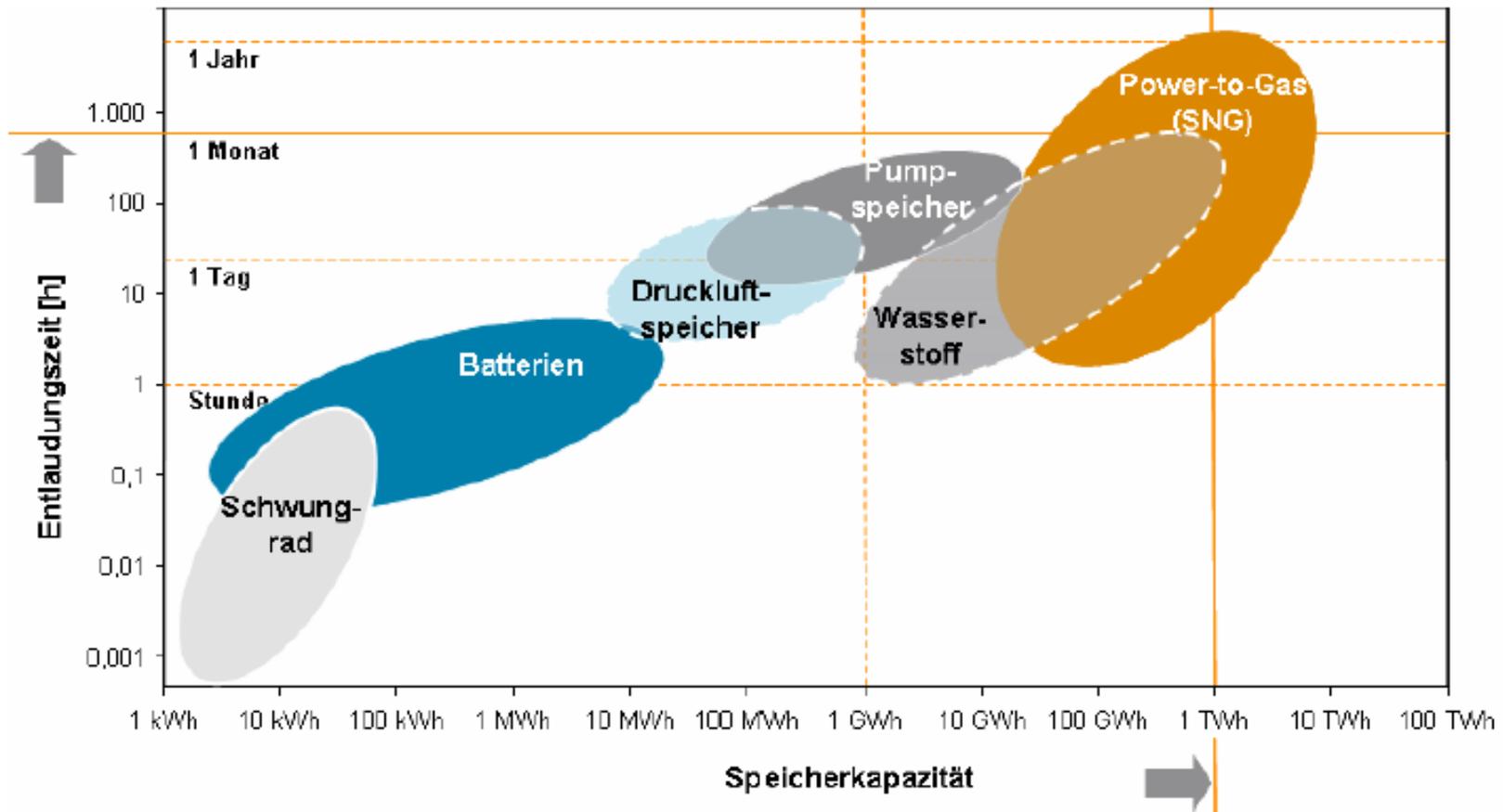
- 1. Potential der Biogasaufbereitung**
- 2. Verfahren zur Biogasaufbereitung**
- 3. Gasspeicherung**
- 4. Betriebserfahrungen**
- 5. Energiekosten**

Entwicklung der Bruttostromerzeugung



Quelle : Leitstudie des BMU, DLR, IWES, IfnE, März 2012

Speichertechnologien und Reichweiten



Quelle: Specht et al, 2010

Speicherkapazitäten und Reichweiten

- Erforderliche Speicherkapazität, Annahmen
 - 600 TWh/a
 - Durchschnittliche Last 70 GW
 - 2/3 volatile Quellen
 - 2 Wochen Überbrückungszeitraum → ca. 15 TWh

- Speicherpotentiale

| Speichertyp | Potential | Reichweite |
|----------------------------------|-----------------|--------------|
| Pumpspeicherwerke | 0,04 - 0,06 TWh | < 1 Stunde |
| 45 Mio Elektrofahrzeuge a 10 kWh | 0,45 TWh | 6 Stunden |
| 5 % Wasserstoff im Erdgasnetz | 1,8 TWh | 1 Tag |
| Power-to-Gas (SNG) | 100 - 200 TWh | 2 - 4 Monate |

Verfahren zur CO₂-Abtrennung

| Grundoperation | Verfahren | Trenneffekt |
|----------------------|------------------------------|--|
| Adsorption | Druckwechseladsorption (PSA) | Adsorption von CO ₂ an einem Kohlenstoff-Molekularsieb |
| Absorption | Druckwasserwäsche (DWW) | Lösung von CO ₂ in Wasser |
| Chemische Absorption | Aminwäsche | Chemische Reaktion von CO ₂ mit Amin |
| Physikalische Wäsche | Selexol/GENOSORB Wäsche | Lösung von CO ₂ in Selexol |
| Membran | Polymer-Membran-Gastrennung | Membrandurchlässigkeit für CO ₂ höher als für CH ₄ |
| Kondensation | Kryogene Gastrennung | Unterschiedliche Siedepunkte von CO ₂ und CH ₄ |
| Chemische Absorption | Kalkwäsche | Chemische Reaktion von CO ₂ mit Kaliumcarbonat |

Anforderungen an die Gasaufbereitung

Gesetzlich

- Vermeidung CH₄-Emissionen < 0,2%
- Strombedarf < 0,5 kWh/Nm³ Rohgas
- Regenerative Prozesswärmeversorgung
- TA Luft

Gasnetz-zugang

- keine unbekanntem Begleitstoffe
- trocken
- hoher Methangehalt
- optional: vorverdichtet

Biogasanlage

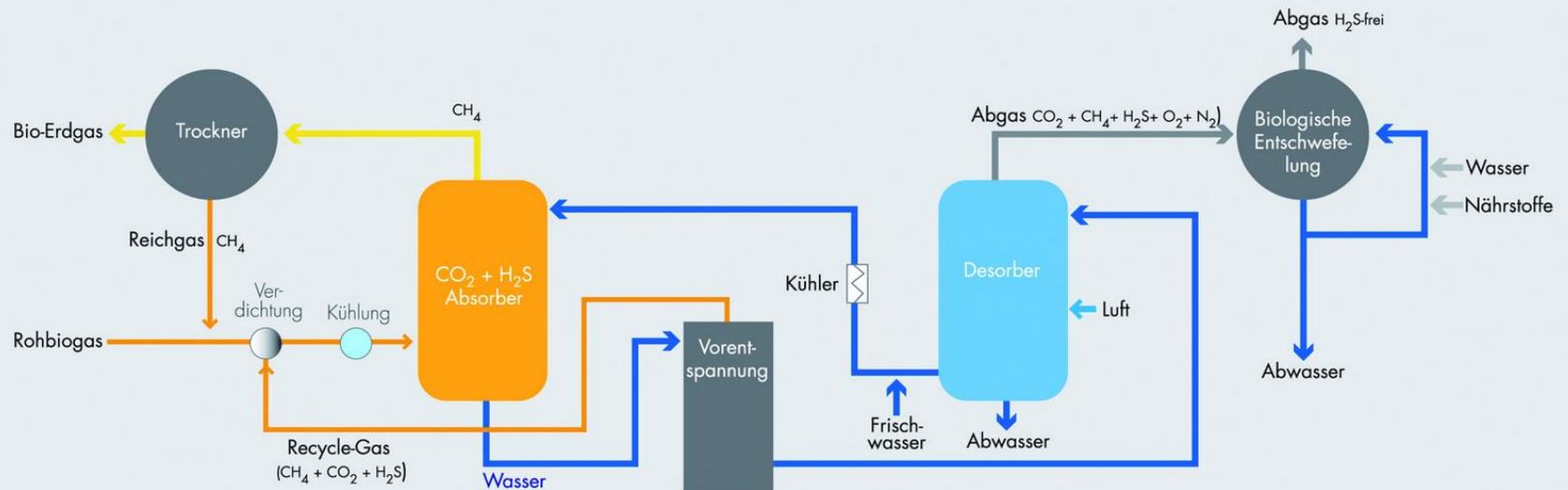
- Flexibel (Menge, CH₄-Gehalt)
- Nutzung Abwärme
- umweltverträglich (Gewässerschutz)
- wartungsarm
- platzsparend

Hersteller

- Referenzen
- Erfahrung
- skalierbar
- flexibel
- Solvenz
- Zahlungsplan

Druckwasserwäscheverfahren

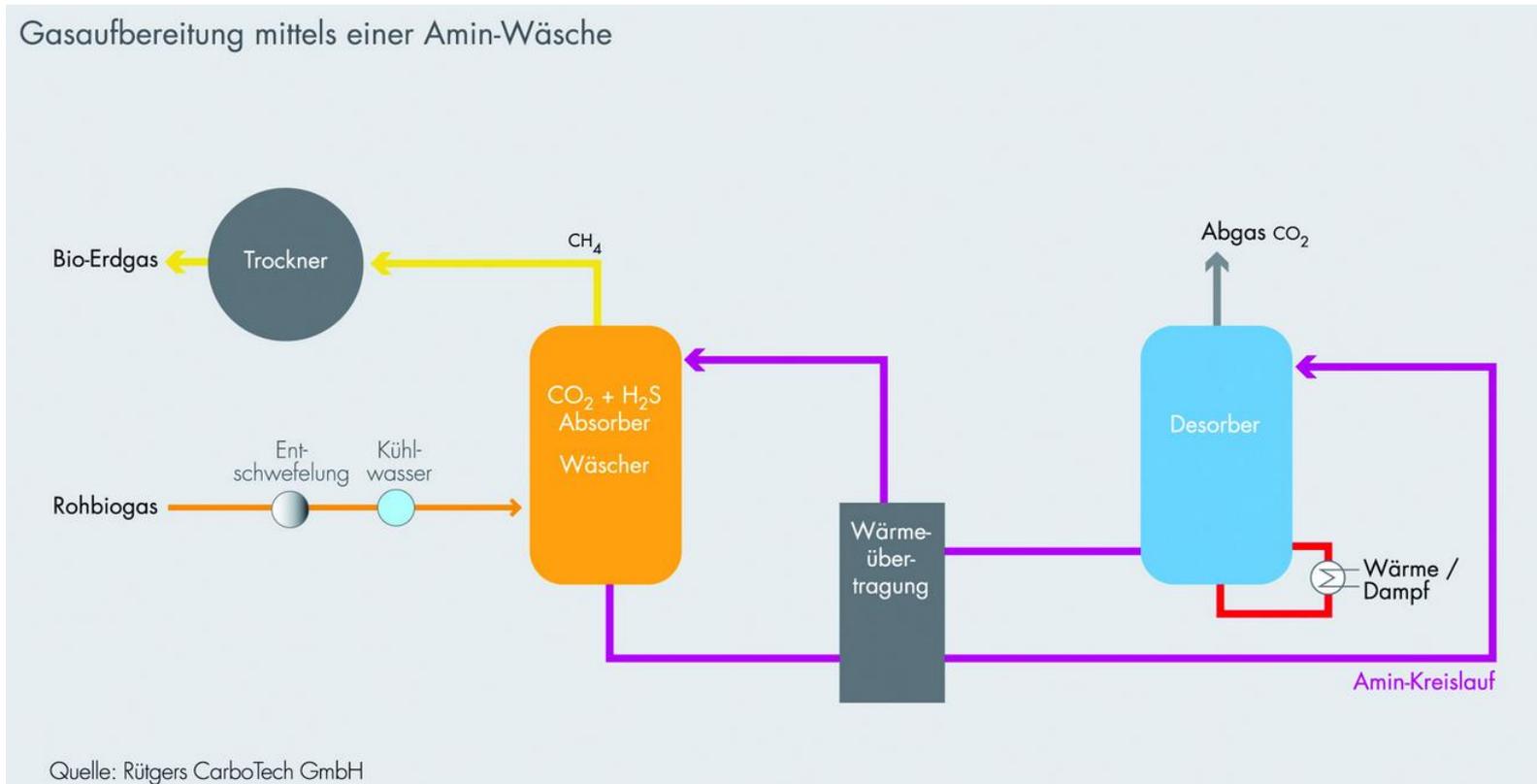
Methananreicherung durch Druckwasserwäsche (DWW)



Quelle: Rütgers CarboTech GmbH

www.asue.de

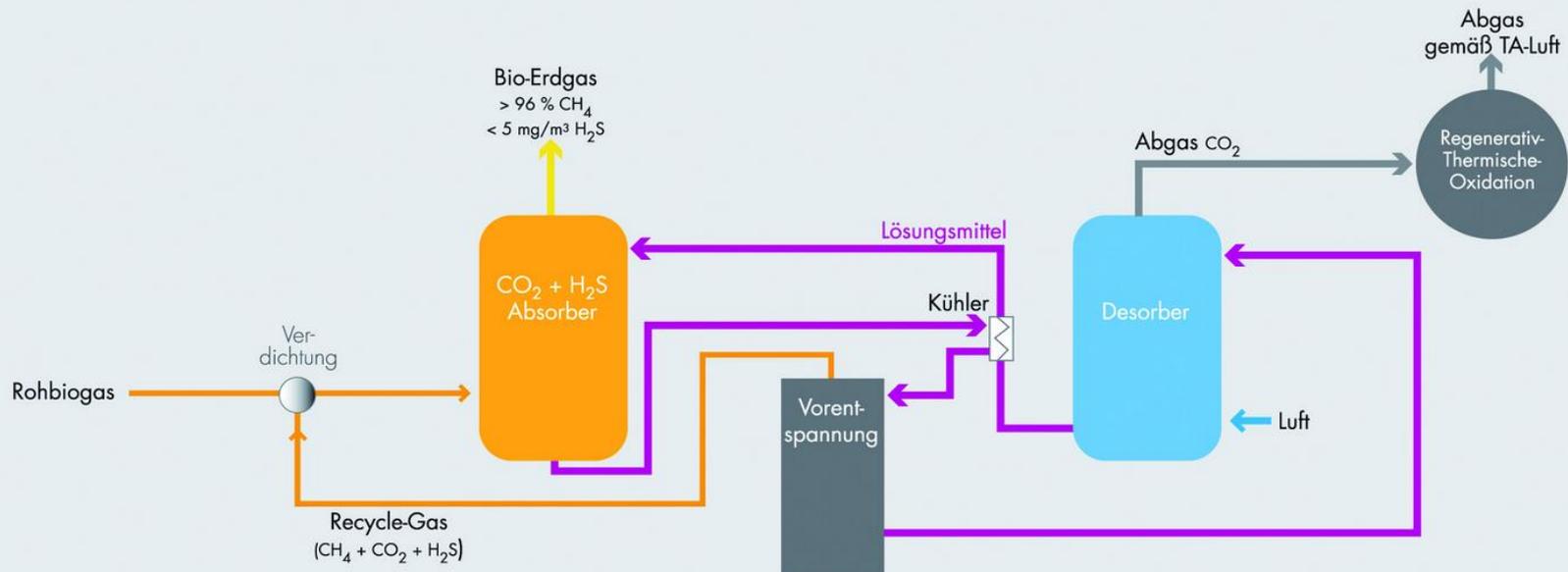
Aminwäscheverfahren



Quelle: www.asue.de

Genosorbwäsche

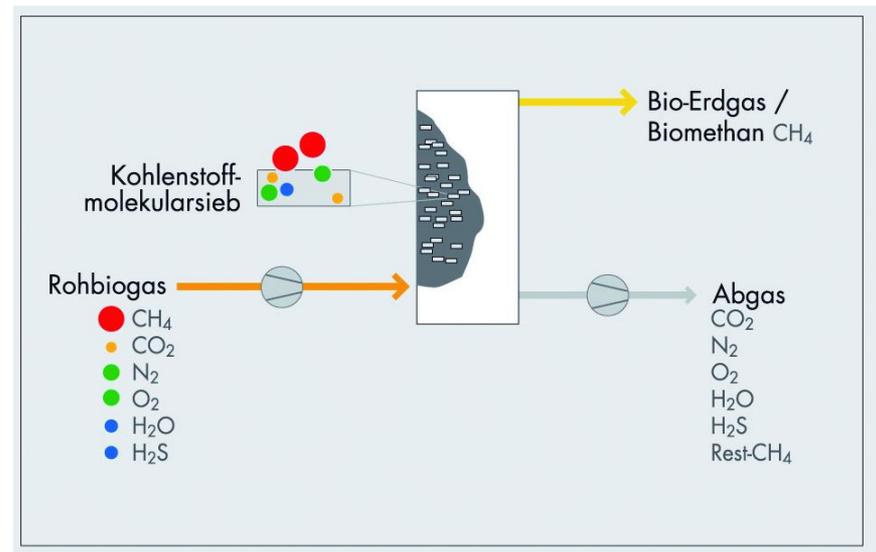
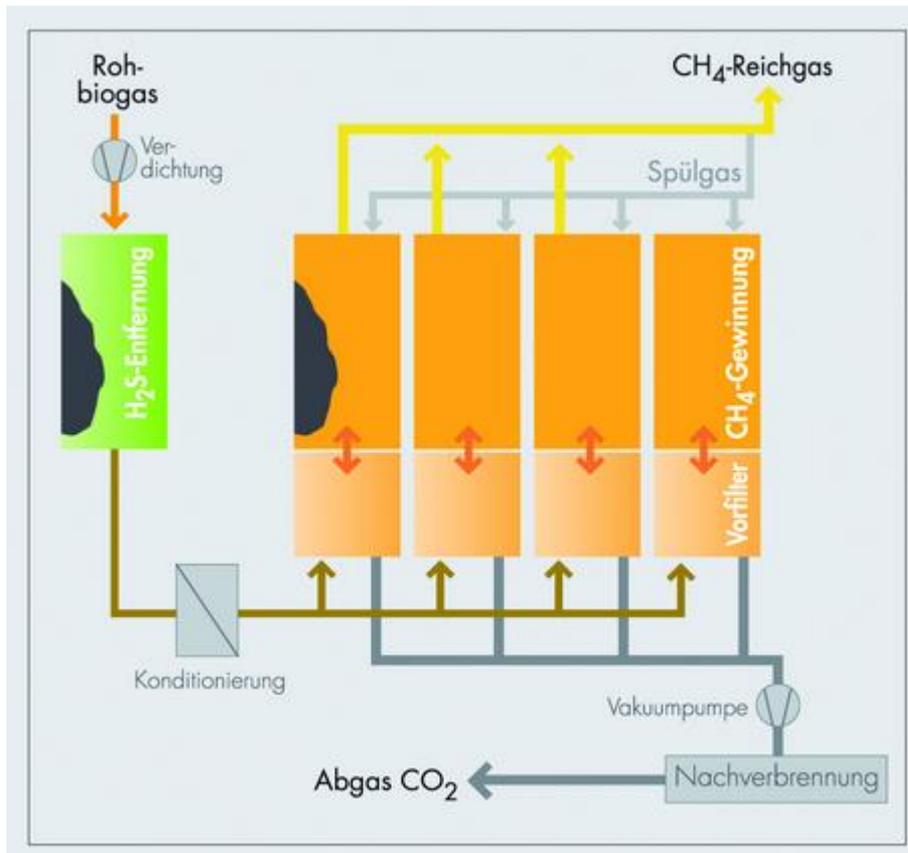
Methananreicherung durch Genosorbwäsche



Quelle HAASE Energietechnik AG

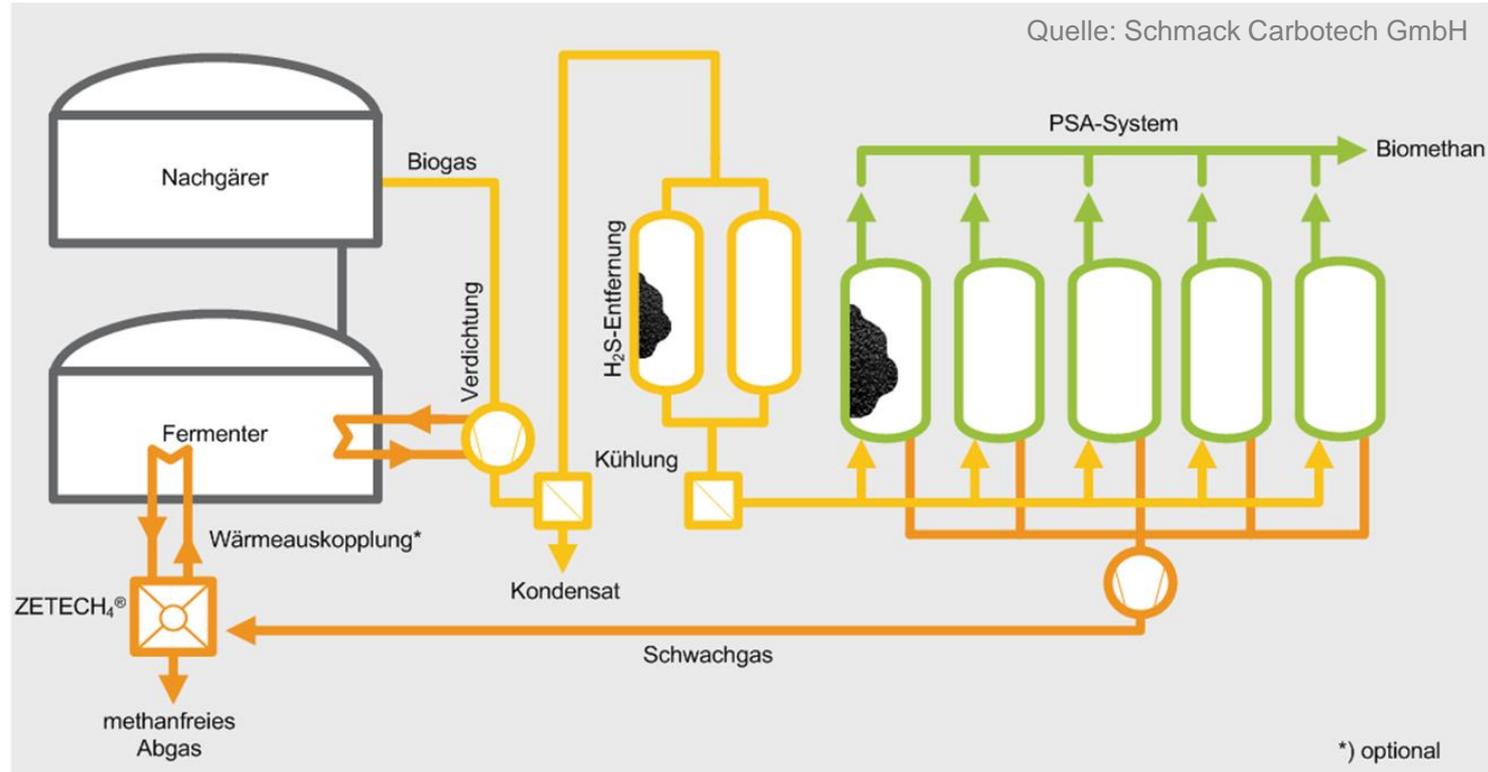
Quelle: www.asue.de

Prinzip Druckwechseladsorption



CH₄-Anreicherung im Biogas durch
Druckwechseladsorption an Aktivkohle
(PSA)
Quelle: www.asue.de

Gesamtkonzept Druckwechseladsorption



Vorteile der Druckwechseladsorption:

- einfach:** keine Waschkreisläufe, kein Frischwasser, kein Abwasser, keine Chemikalien
- robust:** hohe Flexibilität gegenüber Qualitäts- und Mengenschwankungen beim Rohgas
- effizient:** geringster Gesamtenergiebedarf und guter Abwärmenutzungsgrad

Gasaufbereitung



Quelle: Schmack Carbotech GmbH

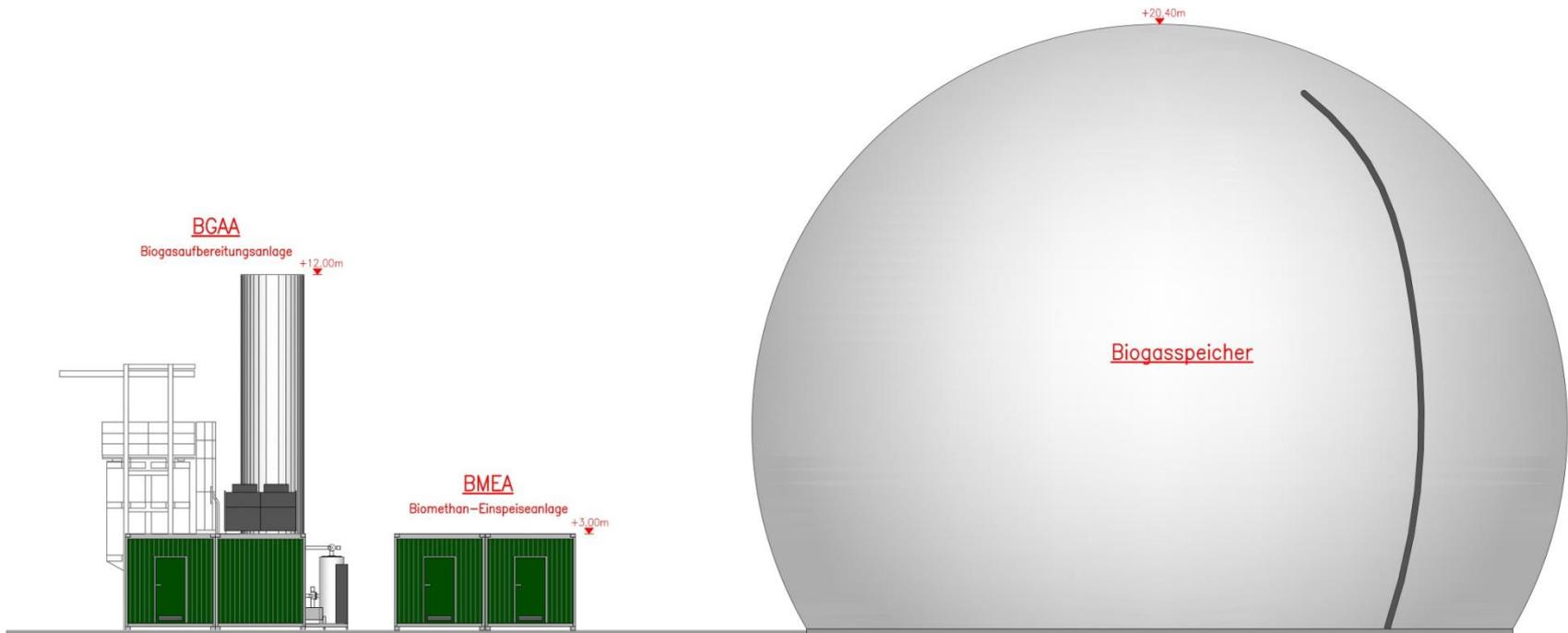
Verfahren zur Biogasaufbereitung

| Kriterien | Aminwäsche | DWW | DWW m. chem. Waschmittel | PSA |
|---------------------------------------|------------------------------|----------------|--------------------------------|------------------------|
| Art | chemisch | physikalisch | Physikalisch/chemisch | physikalisch |
| Vorreinigung | Ggfls. Wäscher/Aktivkohle | Ggfls. Wäscher | Wäscher/ Aktivkohle | Wäscher/ Aktivkohle |
| Arbeitsdruck [bar] | drucklos | 4-7 | 4-7 | 4-7 |
| Methanverlust | 0,1 bis 0,2 % | 1,2 % | 1,5 bis 2,5 % | 2 % |
| Methananteil Produktgas | > 99% | > 97% | > 97% | > 96% |
| Stromverbrauch [kWh/Nm ³] | Ca. 0,1 | 0,25 | 0,18 bis 0,20 | 0,2 bis 0,23 |
| Wärmebedarf [kWh/Nm ³] | 0,55-0,75 (160°-130°) | Nein | Nein | Nein |
| Regelbarkeit in % der Nennlast | 50-100% | 50-100% | 50-100% | 50 bis 100% |

Gasspeicherung

- Ausgleich von Produktionsschwankungen mit dem unbedingten Ziel der Prozessvergleichmäßigung
- Altanlagen verfügen häufig über sehr kleine Gasspeicher, diese erfordern i.d.R. den Neubau eines entsprechenden Gasspeichervolumens
- Forderung der Genehmigungsbehörden zur Vermeidung von Emissionen während der Wartung (BImSchG) z.B. für 6 h - 8 h
- Abhängig von der Betreiberstruktur bezüglich Gaserzeugung und Gasaufbereitung

Gasspeicherung



Gasspeicher

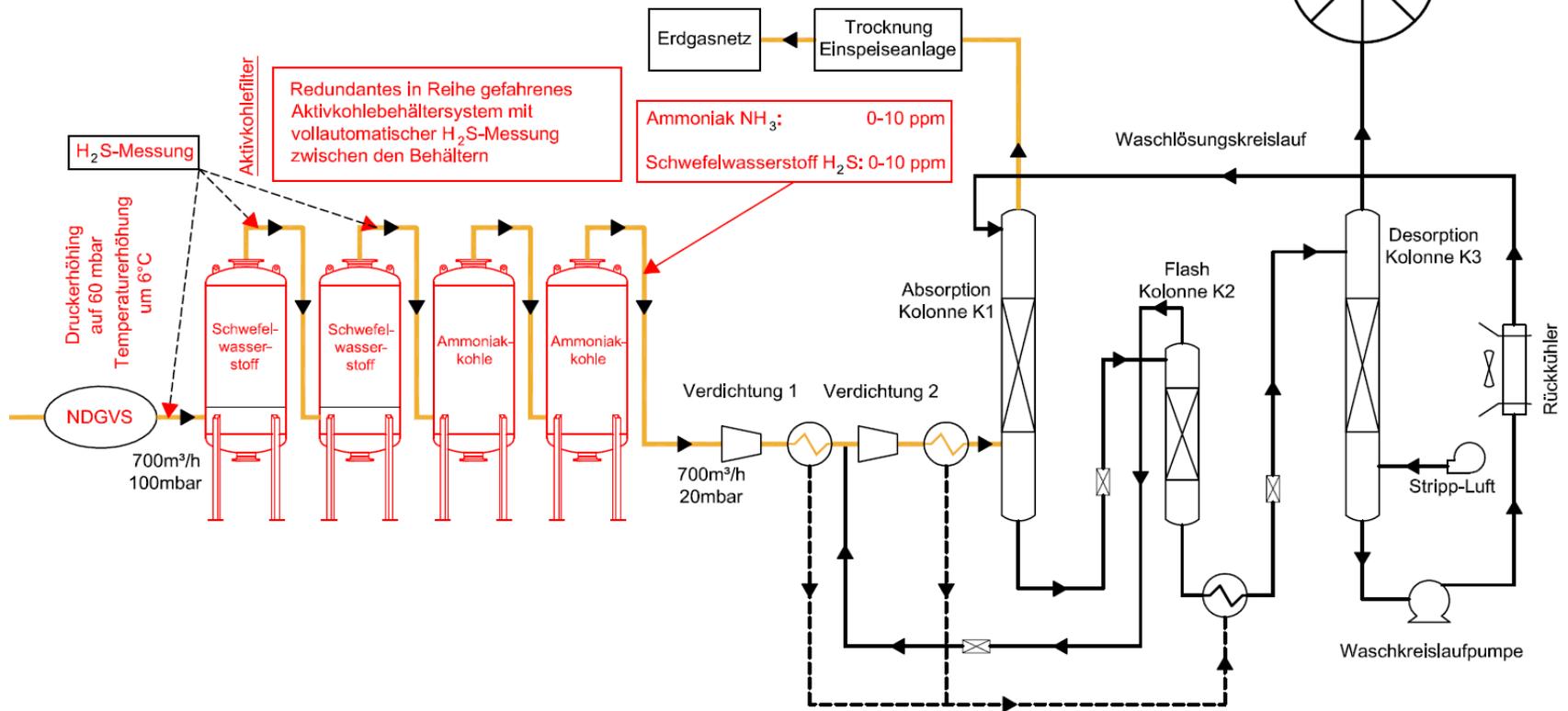


Betriebserfahrungen

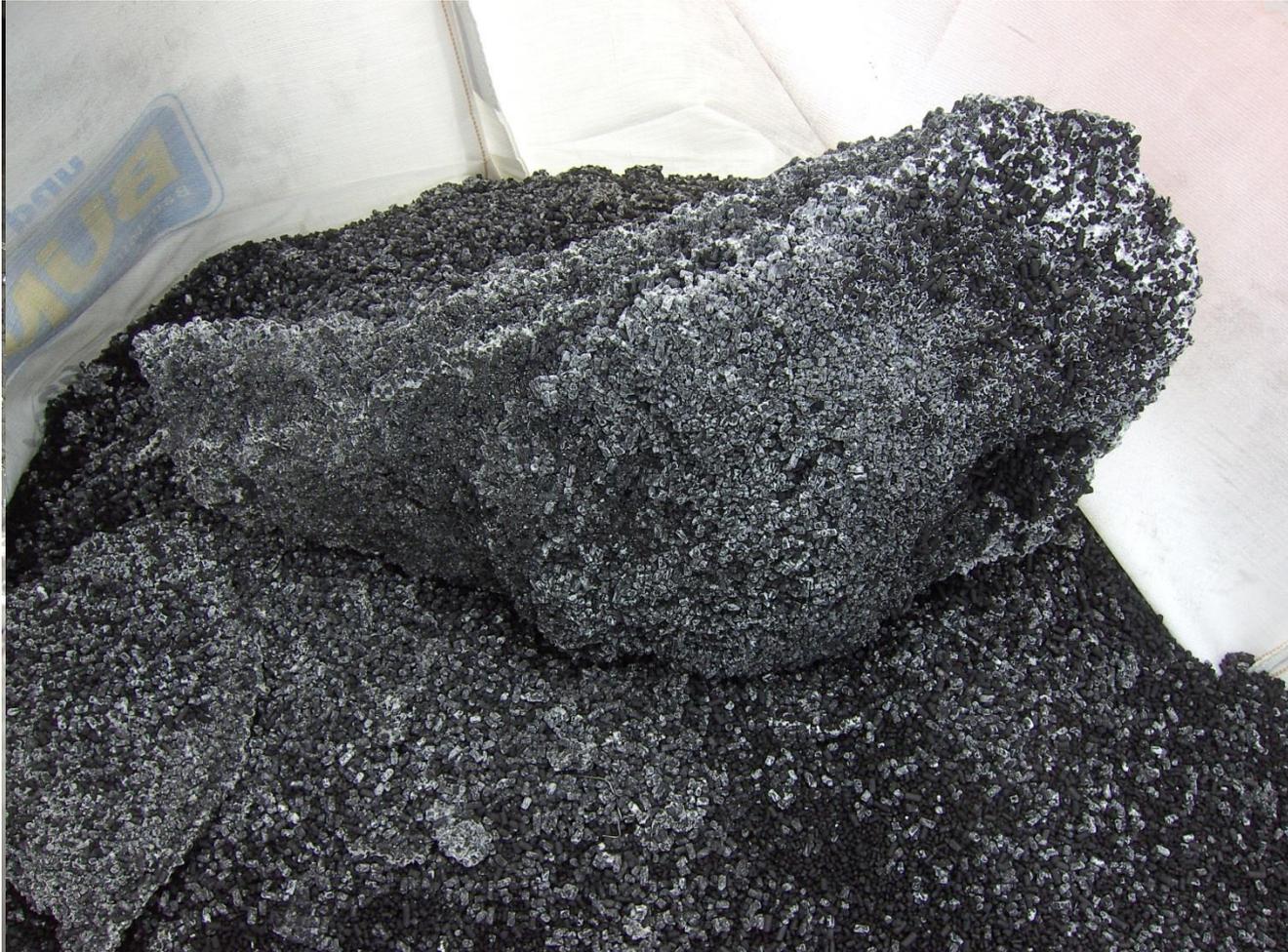
- Schwankende Lastanforderungen führen zum Schwingen der Anlage und ggffs. zur Abschaltung
- Überschreitung der Parameter gemäß Rohgasliefervertrag durch den Biogaserzeuger. Insbesondere von Ammoniak in der warmen Jahreszeit
- Betrieb der Abgasnachbehandlung

Installation einer Vorreinigung

| Abgaswerte nach TA Luft | |
|-------------------------|------------------------|
| Gesamtkohlenstoff | 50 mg/m ³ |
| Stickstoffdioxid | 0,10 mg/m ³ |
| Kohlenmonoxid | 0,10 mg/m ³ |
| etc. | |

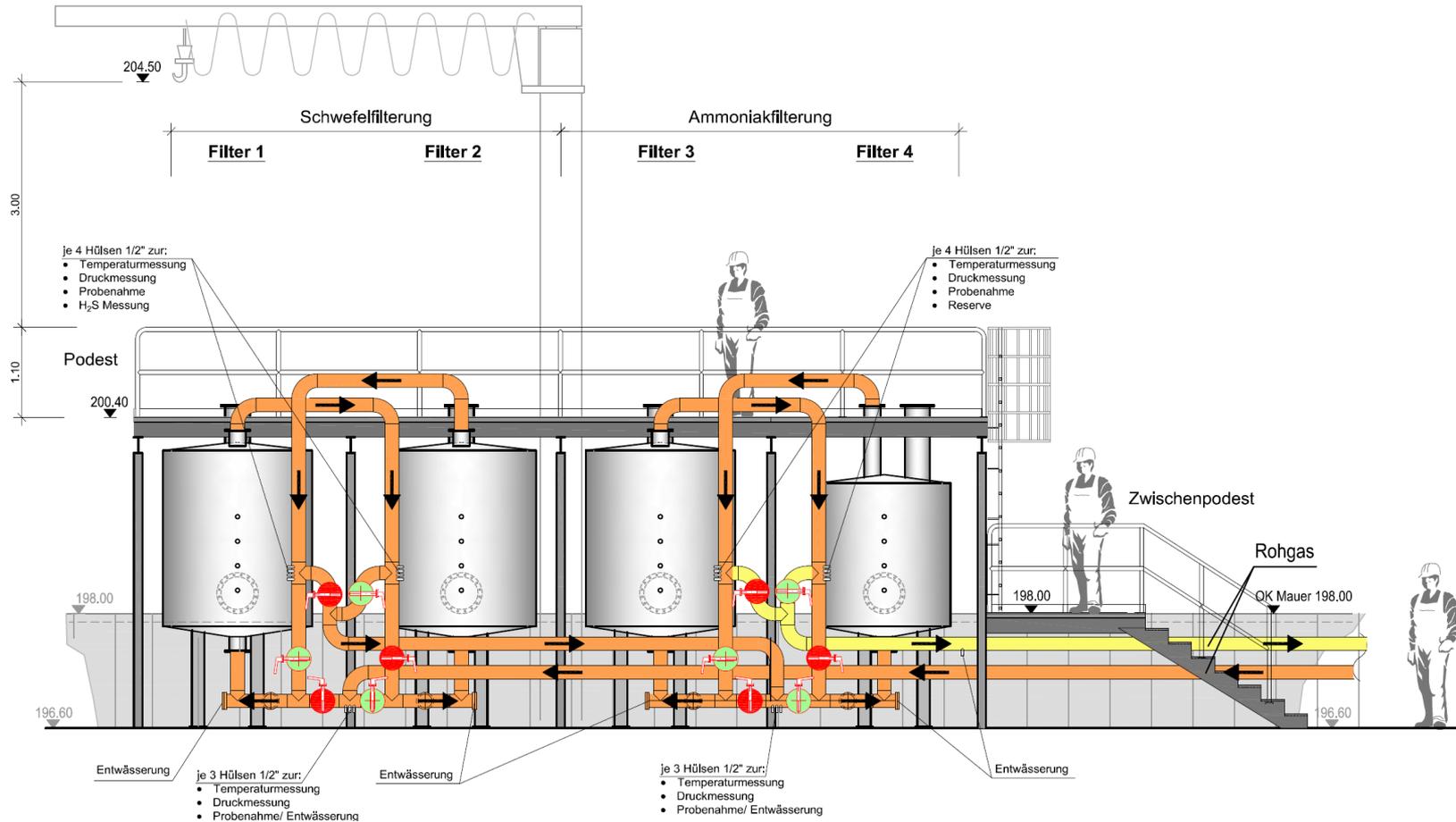


Begleitstoffe und die Folgen



Vorreinigung - Trocknung

Säulenschwenkran (r=6.0m, Tragkraft =1t)



Beispiel Betriebskosten – BGAA 700 m³/h

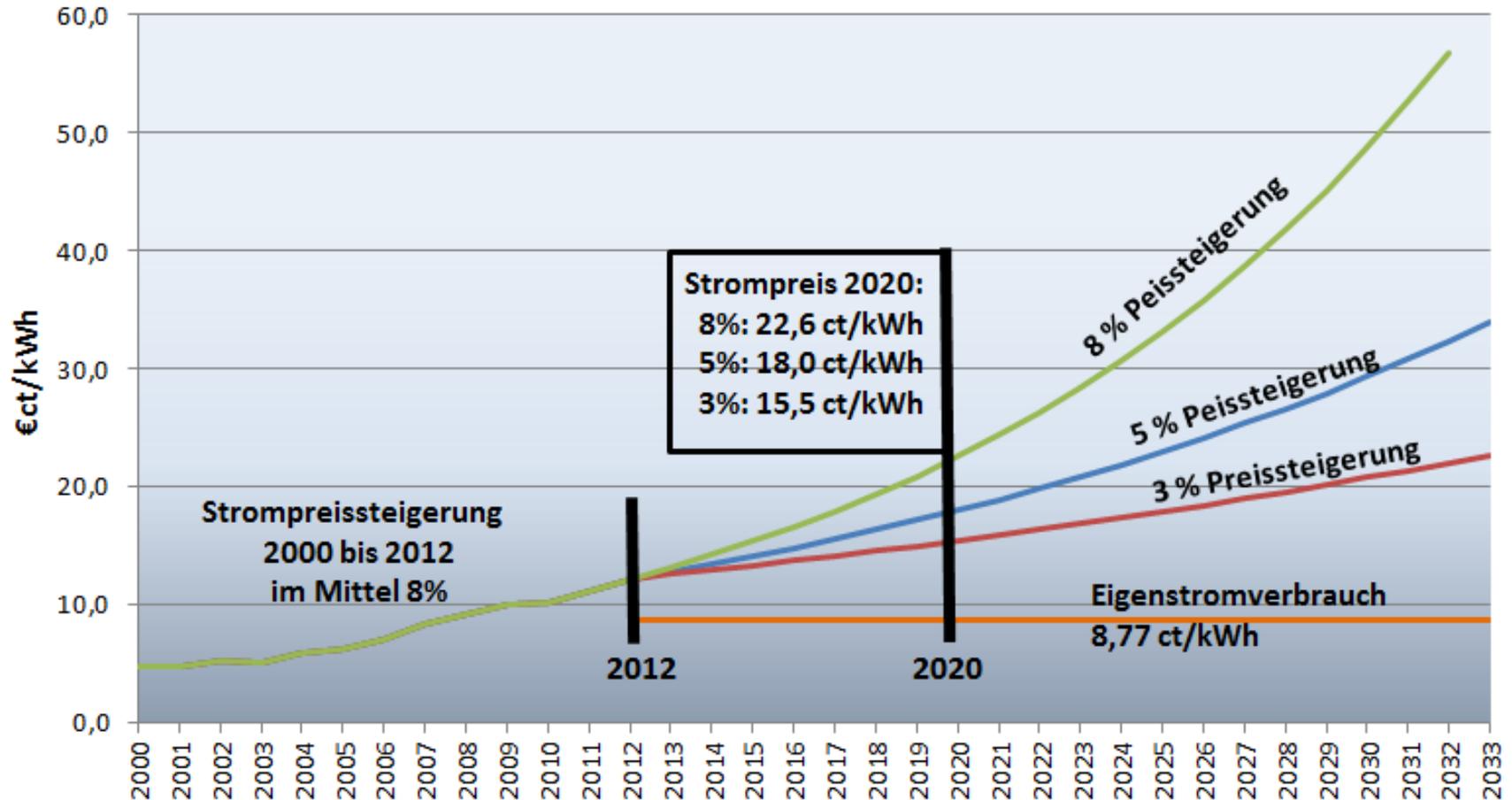
| | |
|---|--------------------|
| Kapitalkosten | 225.000 €/a |
| Wartung und Instandhaltung | 64.000 €/a |
| Betriebsführung, Versicherung, Buchhaltung, etc. | 23.000 €/a |
| Personalkosten Betrieb | 36.000 €/a |
| Stromverbrauch (496.000 kWh/a; 0,1 kWh/m ³ Rohgas) | 70.000 €/a |
| Wärmelieferung aus Abfallbiogas (2.750.000 kWh/a, 0,7 kWh/m ³ Rohgas; 4,3 Cent/kWh) | 123.000 €/a |
| Alternativ Wärmelieferung aus Deponiegas (1,0 Cent/kWh) | 32.000 €/a |
| <u>Verbrauchsmittel</u> | <u>15.000 €/a</u> |
| Summe Betriebskosten (Wärme aus Abfallbiogas) | 555.000 €/a |
| Summe Betriebskosten (Wärme aus Deponiegas) | 464.000 €/a |

Spezifische Aufbereitungskosten

**Spezifische Kosten / kWh Energie im Biomethan
(Wärme aus Abfallbiogas) 2,35 Cent/kWh**

**Spezifische Kosten / kWh Energie im Biomethan
(Wärme aus Deponiegas) 1,78 Cent/kWh**

Prognose des Strompreises - Industrie

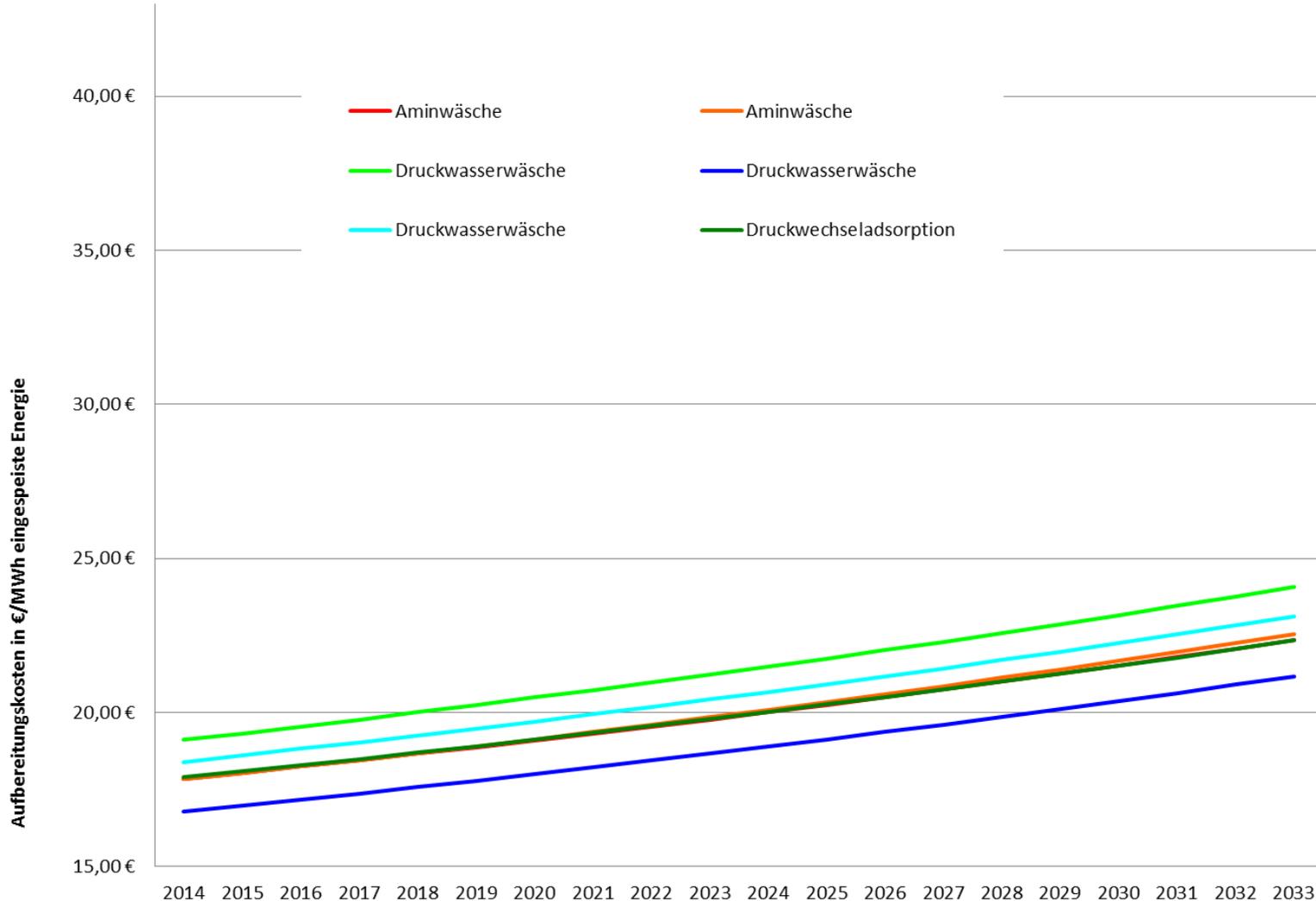


Vergütung nach Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG 2009)

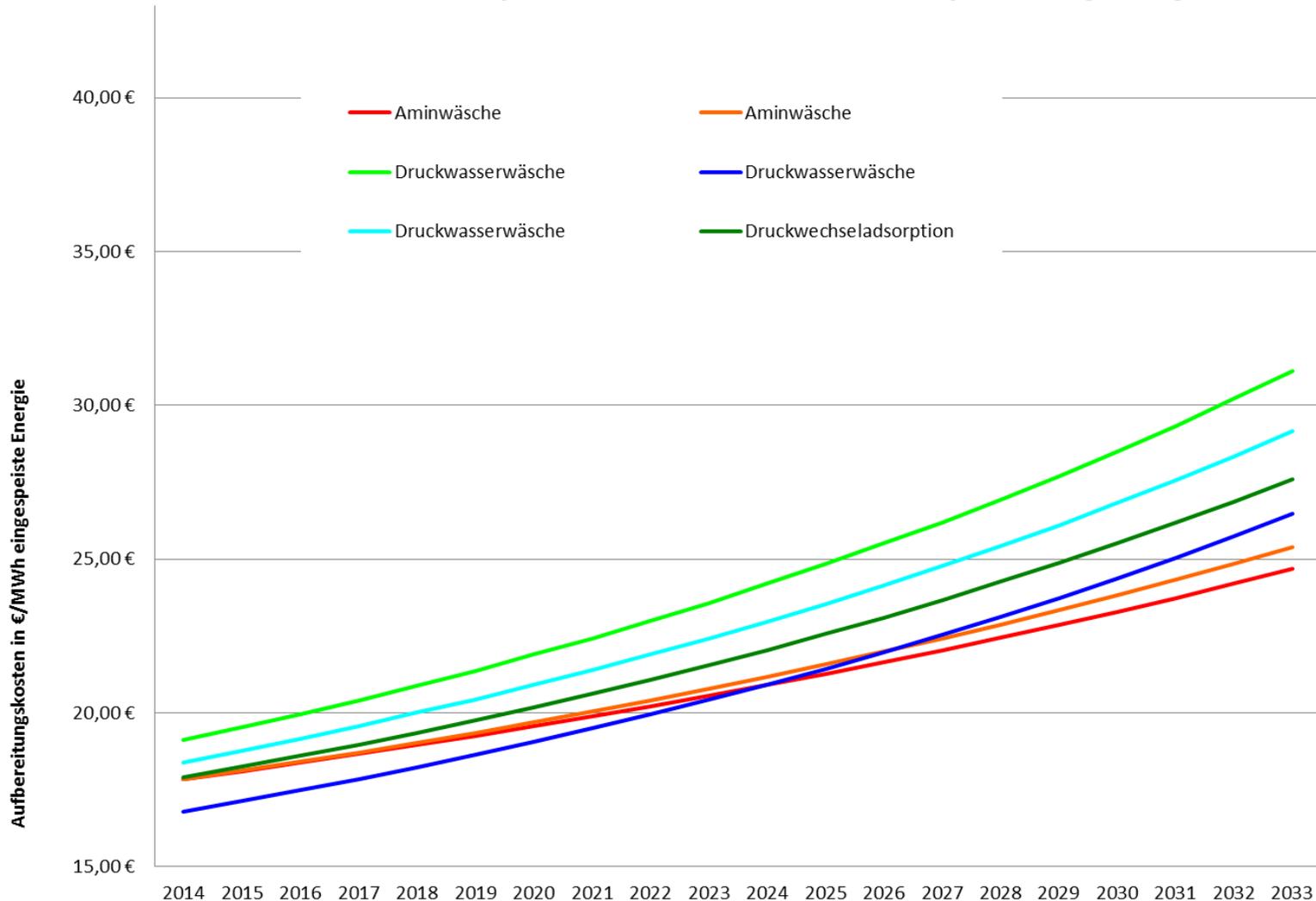
Inbetriebnahmejahr **2006**

| | kWh | €Cent/kWh | Ertrag |
|--|------------------|-------------|------------------|
| Grundvergütung Stromeinspeisung <150 | 1.314.000 | 11,33 | 148.876 € |
| Grundvergütung Stromeinspeisung <500 | 3.066.000 | 9,75 | 298.935 € |
| Grundvergütung Stromeinspeisung >500 | 2.676.000 | 8,77 | 234.685 € |
| Gesamteinspeisemenge | 7.056.000 | | |
| TA Luft-Bonus (bis 500 kW) | 0 | 1,00 | 0 € |
| KWK-Bonus, Stromkennzahl s.o. | 0 | 3,00 | 0 € |
| Gesamtsumme Vergütung nach EEG pro Jahr | | | 682.496 € |

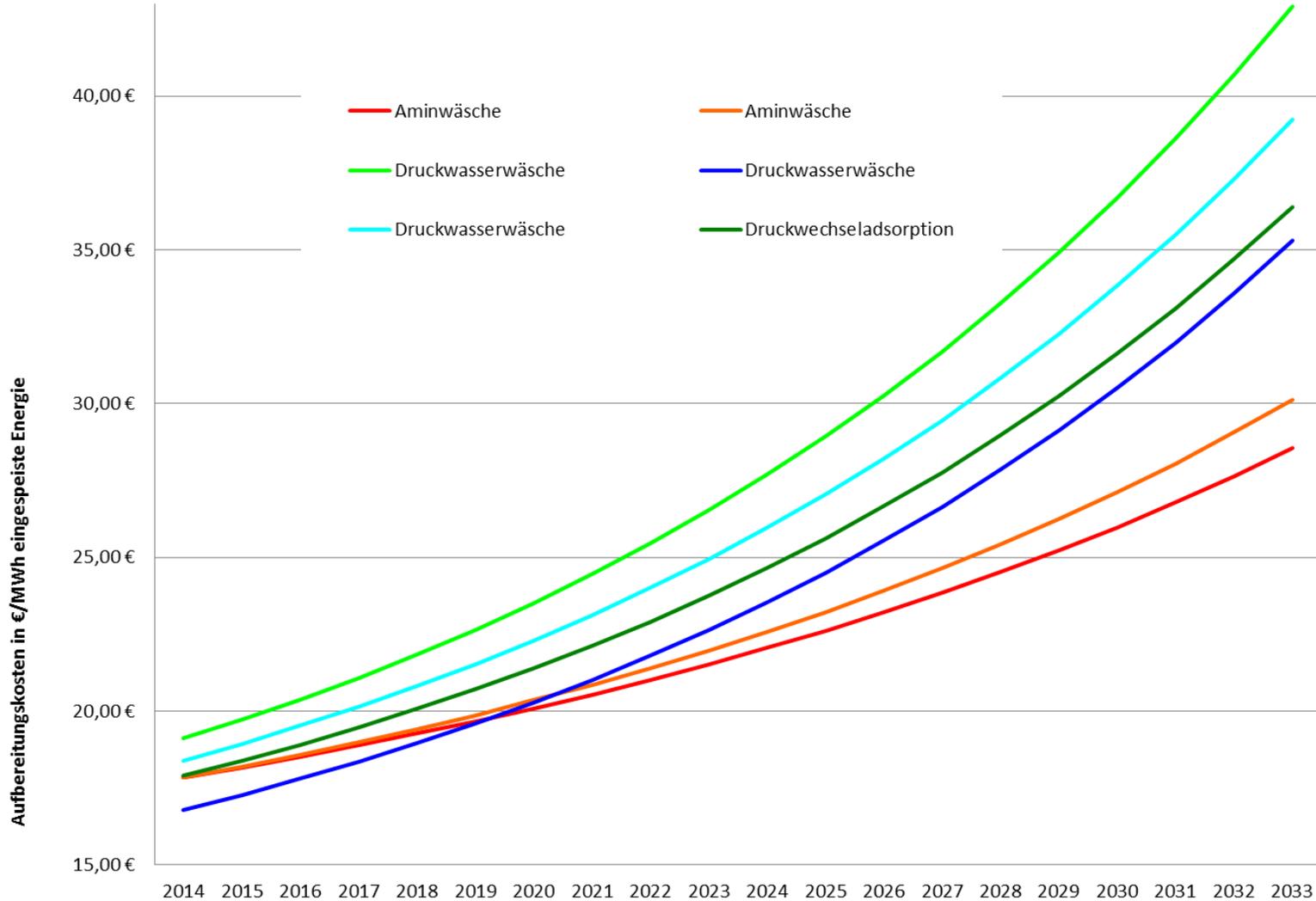
Verlauf der jährlichen Kosten, 2 % Strompreissteigerung



Verlauf der jährlichen Kosten, 5 % Strompreissteigerung



Verlauf der jährlichen Kosten, 8 % Strompreissteigerung



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

