

# Planung, Bau und Betrieb von Biogasaufbereitungsanlagen : Aufgaben & Lösungen

Internationale  
Bio- und Deponiegas tagung  
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

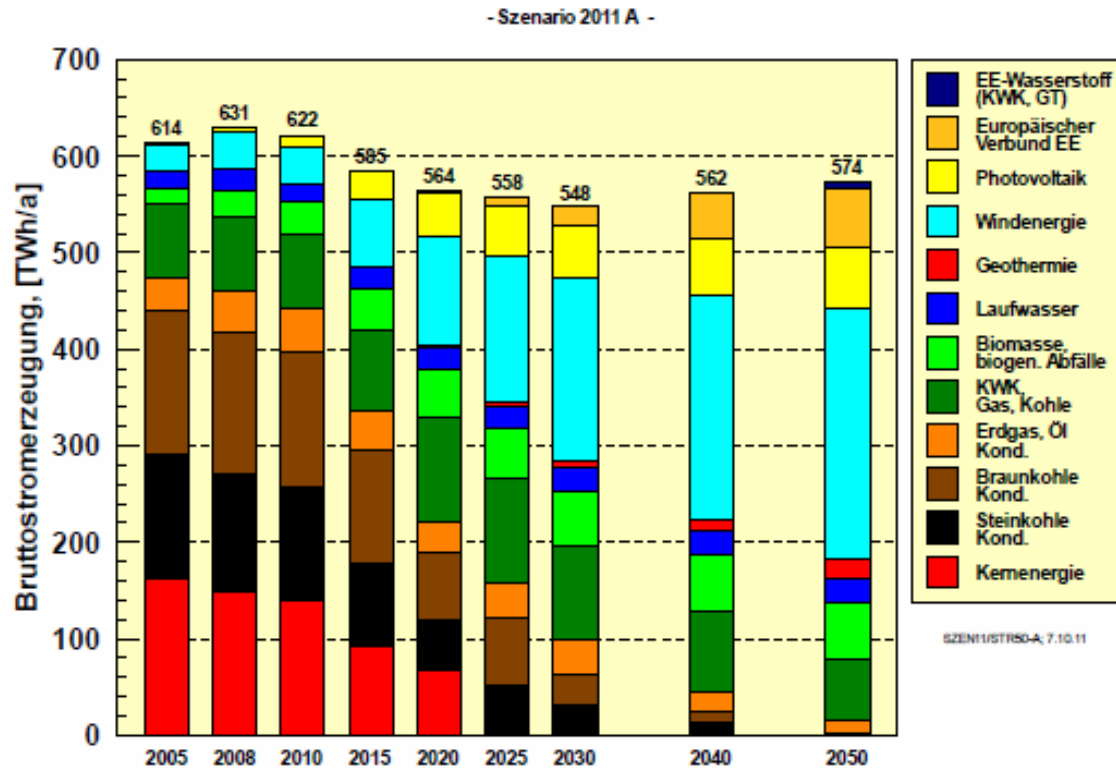


Biogas

# **Gliederung**

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

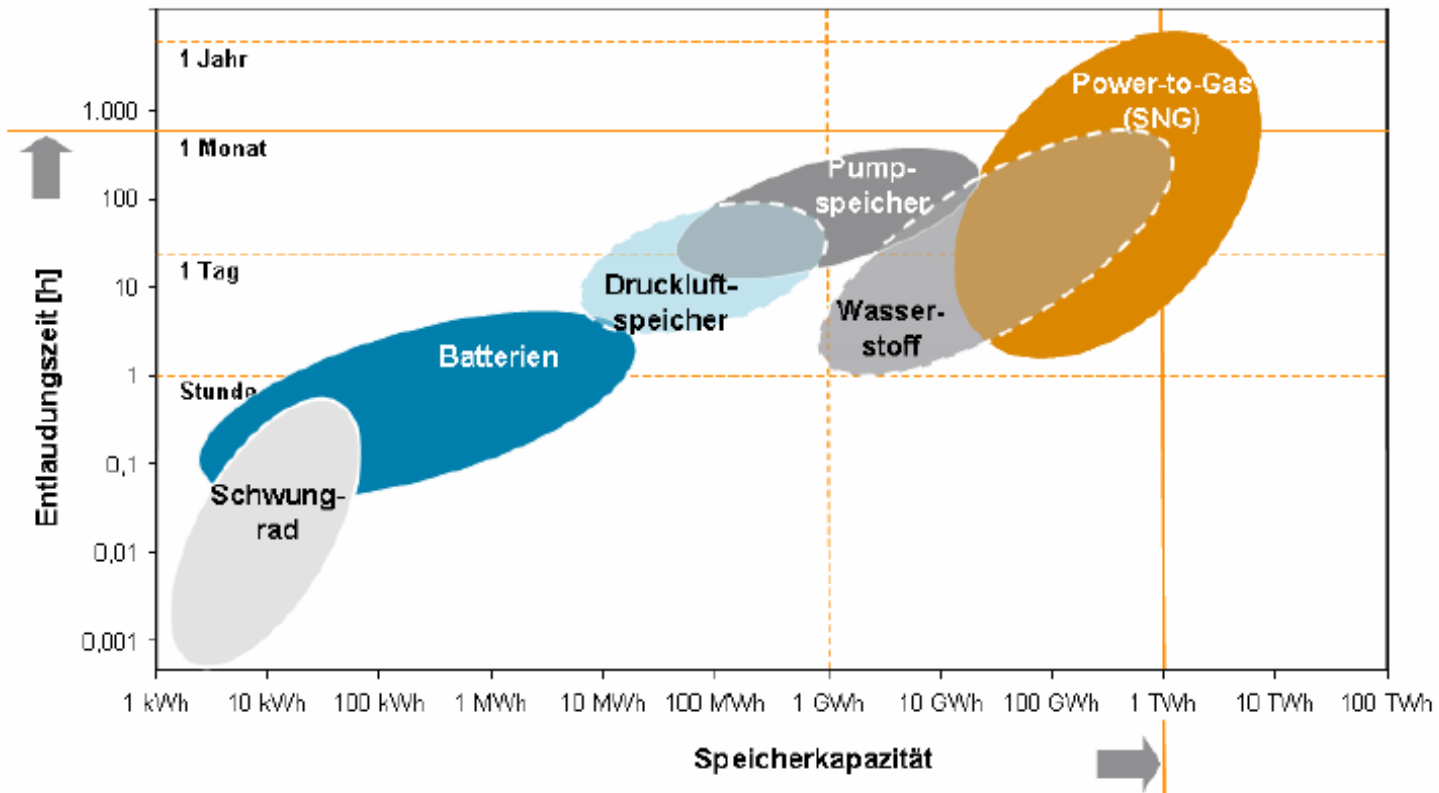
# Entwicklung der Bruttostromerzeugung



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 CO<sub>2</sub>-Abtrennung

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



# Anforderungen an die Gasaufbereitung

## Gesetzlich

- Vermeidung CH<sub>4</sub>-Emissionen < 0,2%
- Strombedarf < 0,5 kWh/Nm<sup>3</sup> Rohgas
- Regenerative Prozesswärmeversorgung
- TA Luft

## Gasnetz- zugang

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

## Biogasanlage

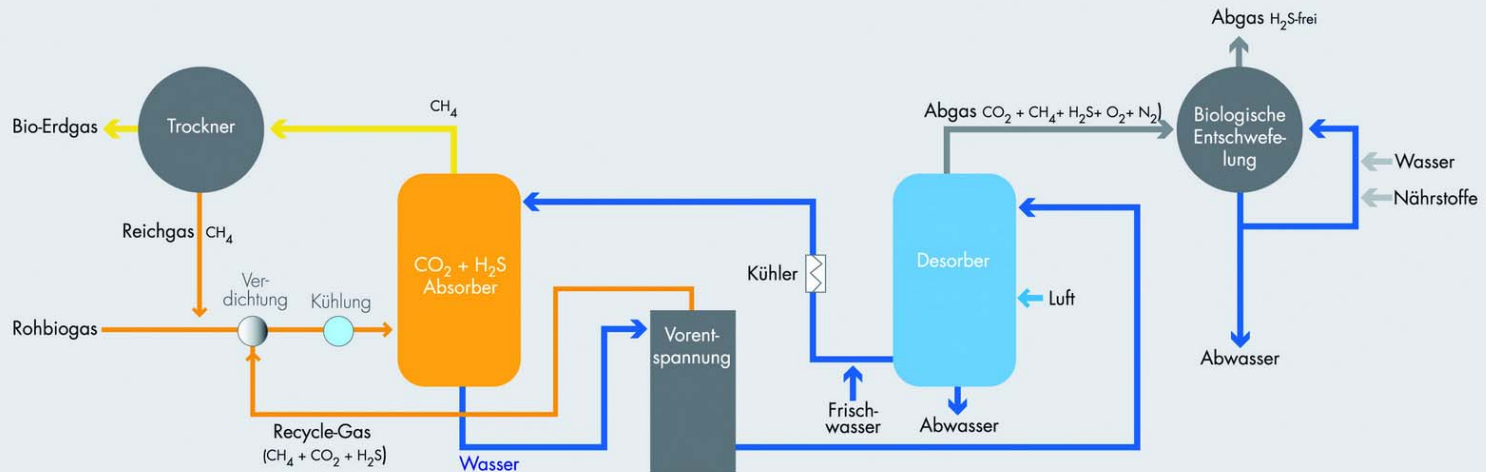
- Flexibel (Menge, CH<sub>4</sub>-Gehalt)
- Nutzung Abwärme
- umweltverträglich (Gewässerschutz)
- wartungsarm
- platzsparend

## Hersteller

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

# Druckwasserwäscheverfahren

Methananreicherung durch Druckwasserwäsche (DWW)

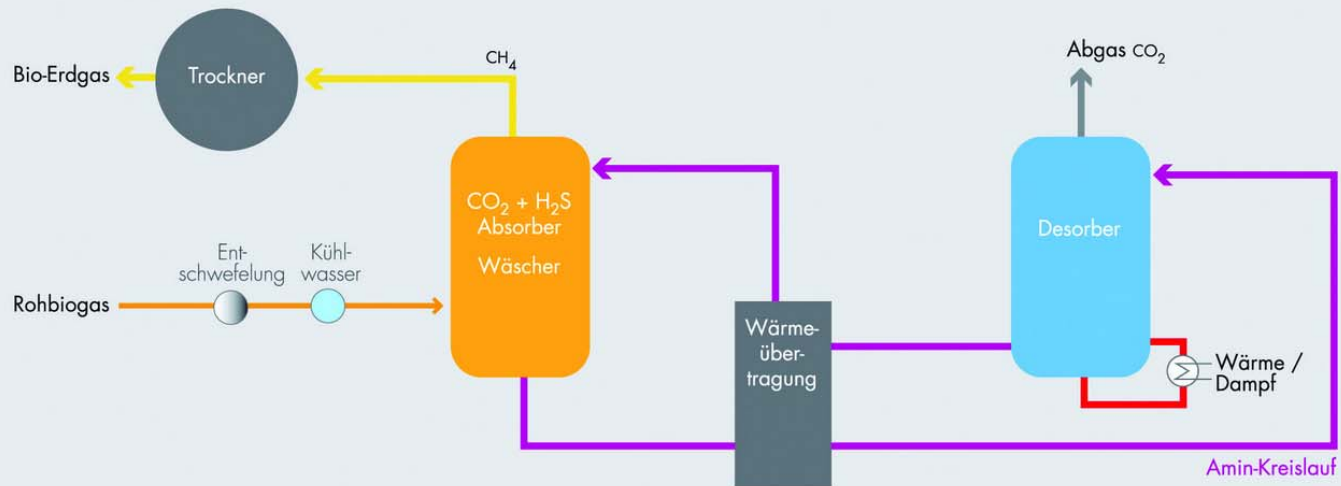


Quelle: Rütgers CarboTech GmbH

www.asue.de

# Aminwäscheverfahren

Gasaufbereitung mittels einer Amin-Wäsche

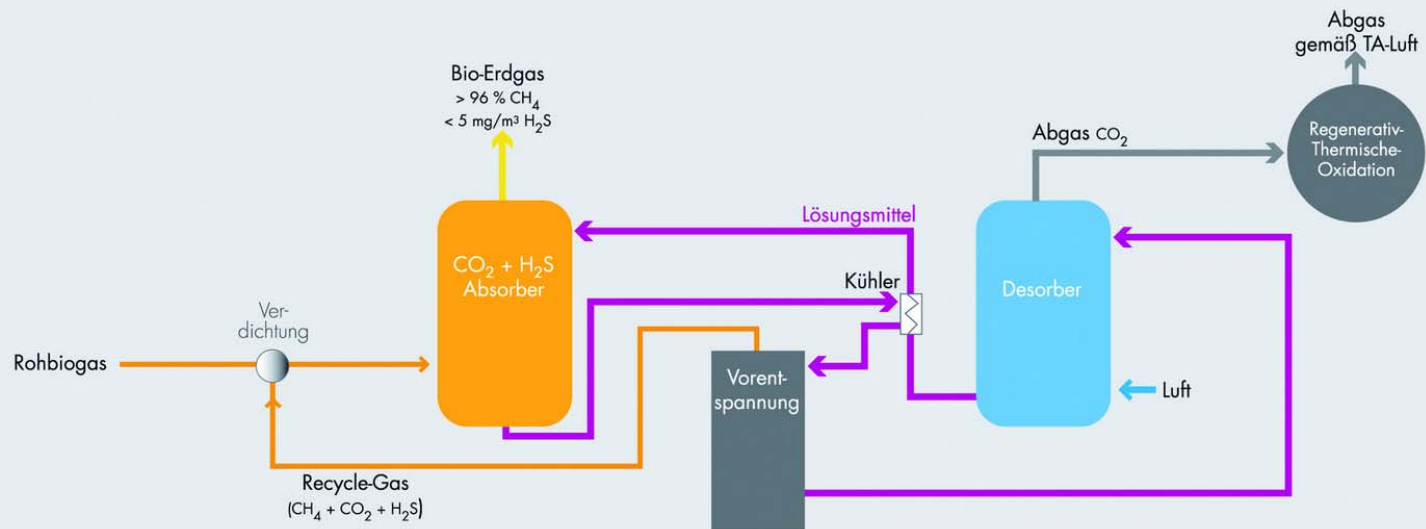


Quelle: Rütgers CarboTech GmbH

Quelle: [www.asue.de](http://www.asue.de)

# Genosorbwäsche

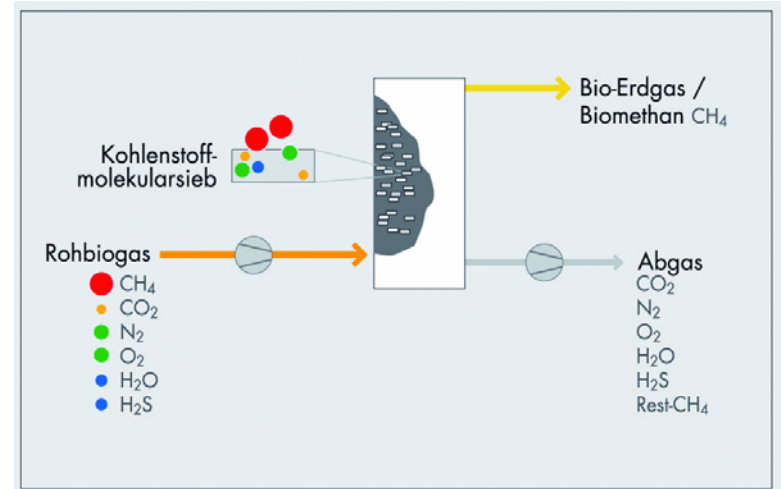
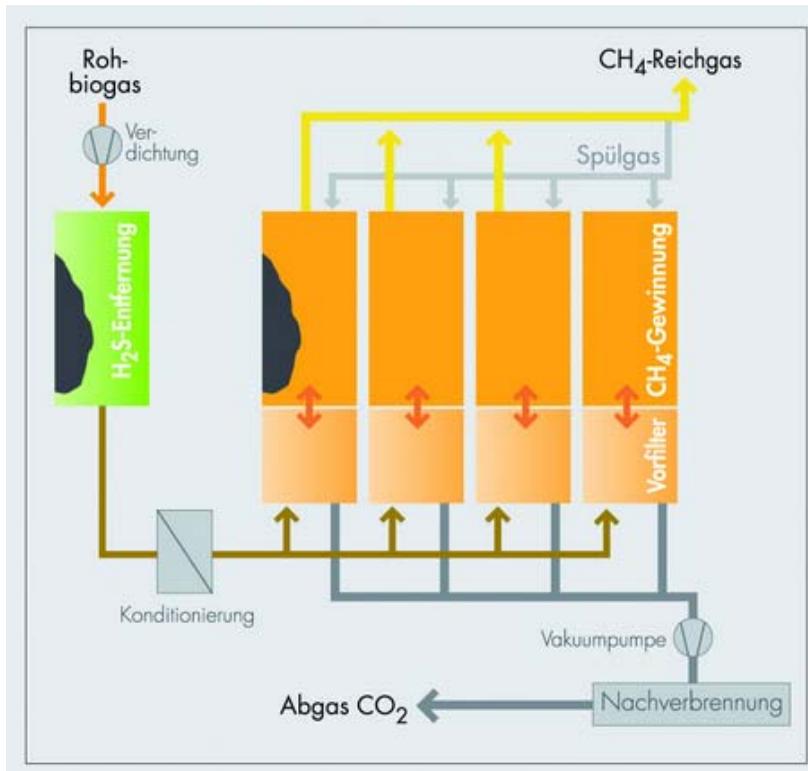
Methananreicherung durch Genosorbwäsche



Quelle HAASE Energietechnik AG

Quelle: [www.asue.de](http://www.asue.de)

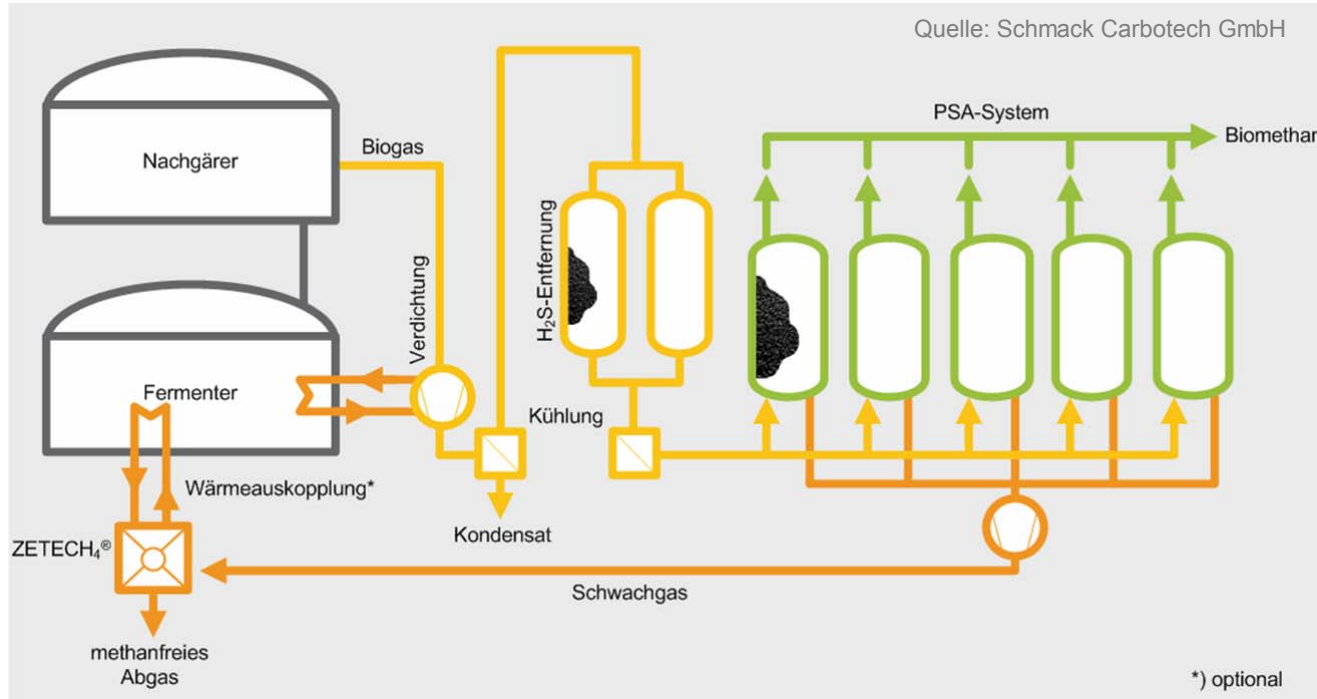
# Prinzip Druckwechseladsorption



CH<sub>4</sub>-Anreicherung im Biogas durch  
Druckwechseladsorption an Aktivkohle  
(PSA)

Quelle: [www.asue.de](http://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 Gesamtbetriebsmittelbedarf und guter Abwärmenutzungsgrad



# Gasaufbereitung



Quelle: Schmack Carbotech GmbH

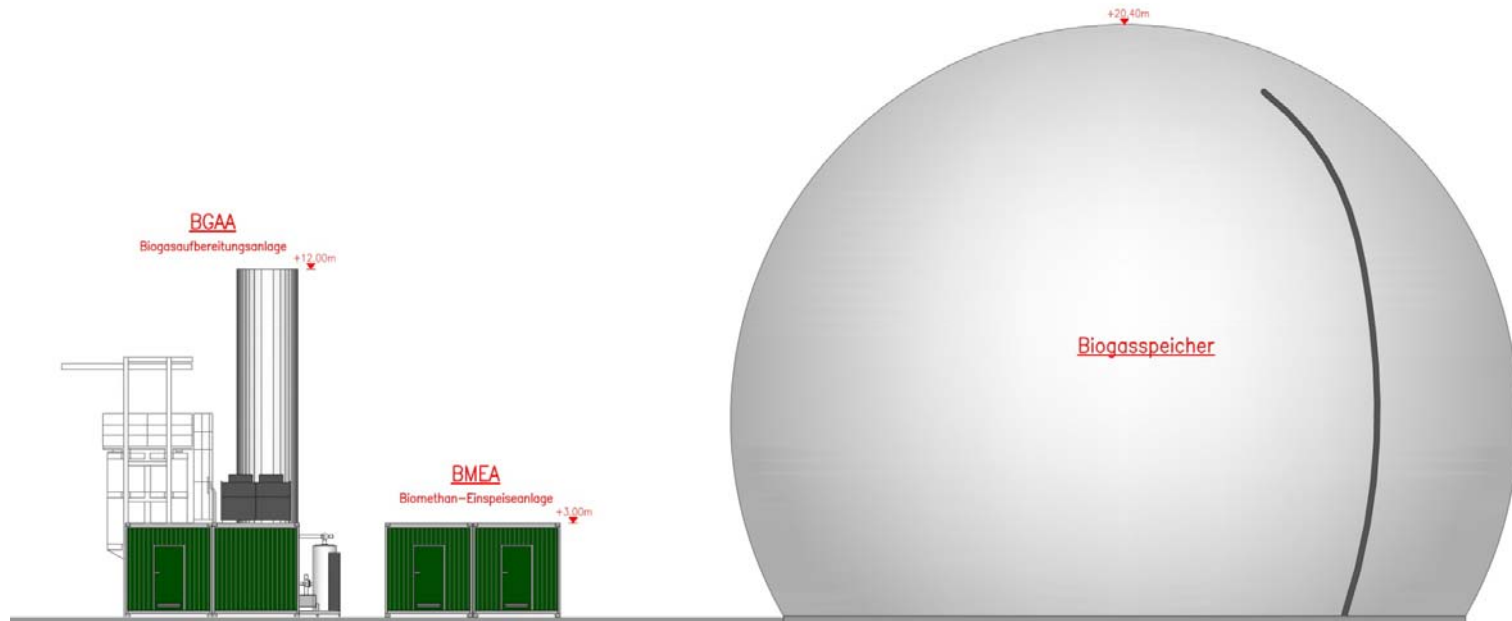
## Verfahren zur Biogasaufbereitung

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 <sup>3</sup> ]	Ca. 0,1	0,25	0,18 bis 0,20	0,2 bis 0,23
Wärmebedarf [kWh/Nm <sup>3</sup> ]	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

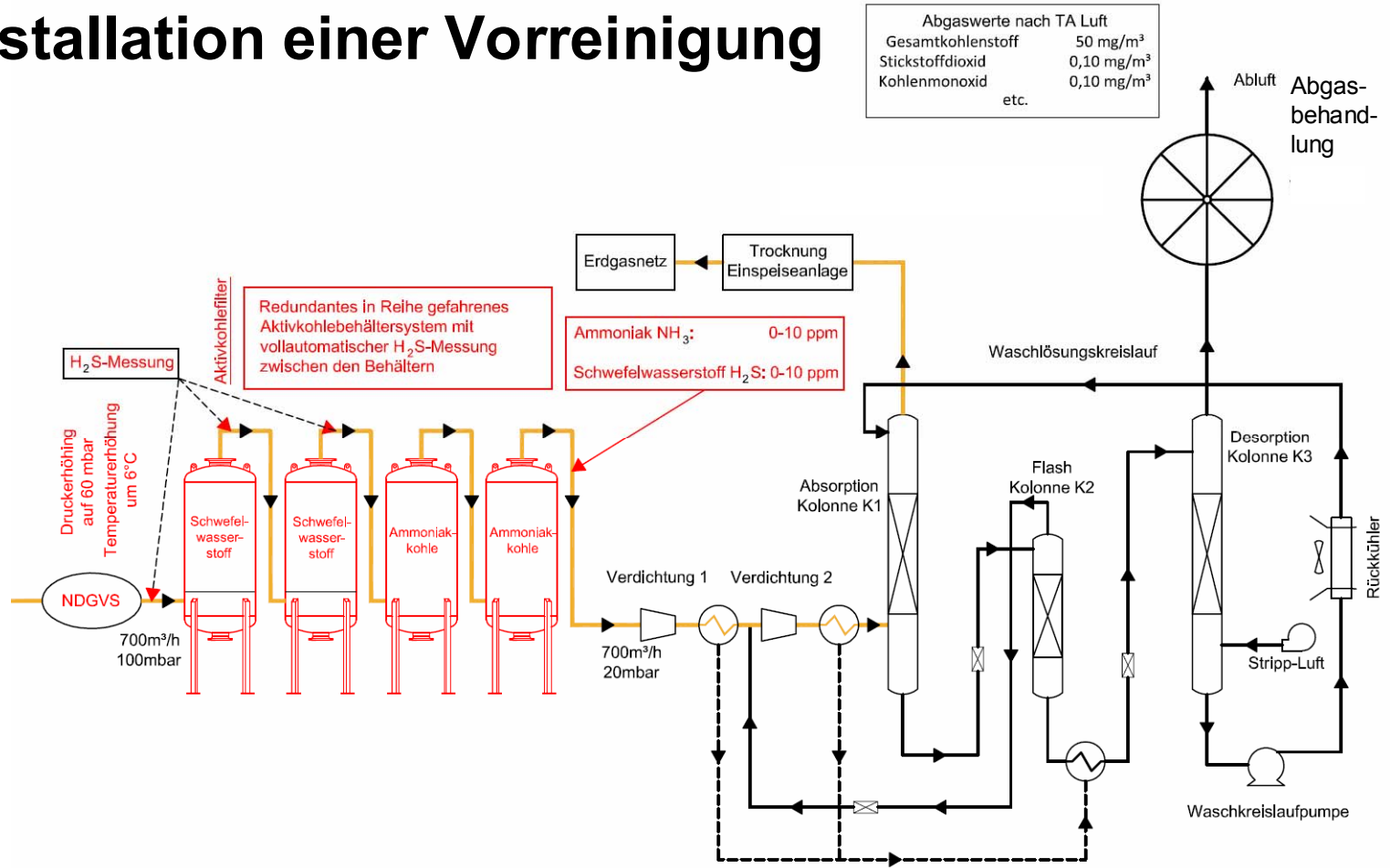


## Betriebserfahrungen

- 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

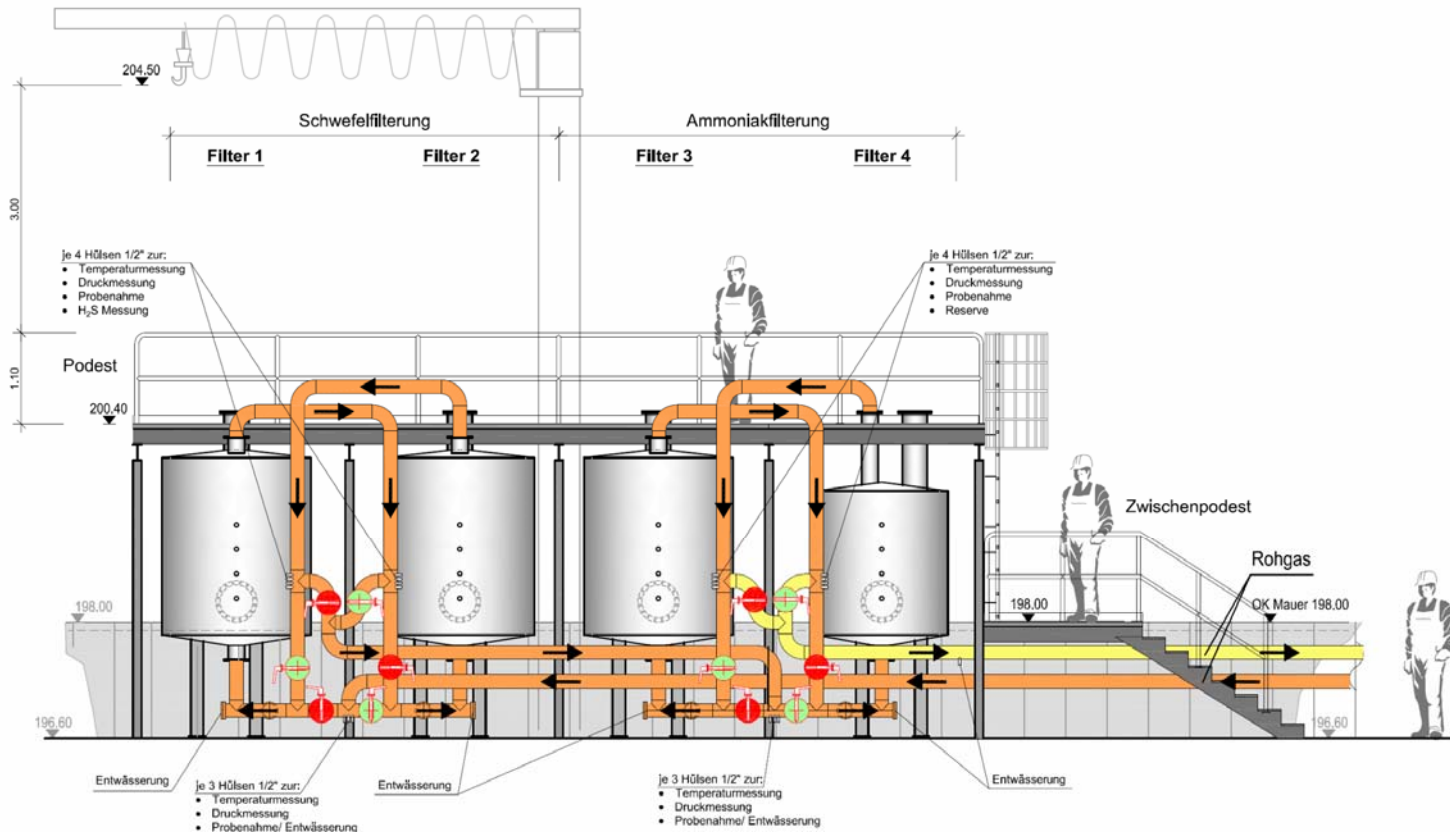


# Begleitstoffe und die Folgen



# Vorreinigung - Trocknung

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



## Beispiel Betriebskosten – BGAA 700 m<sup>3</sup>/h

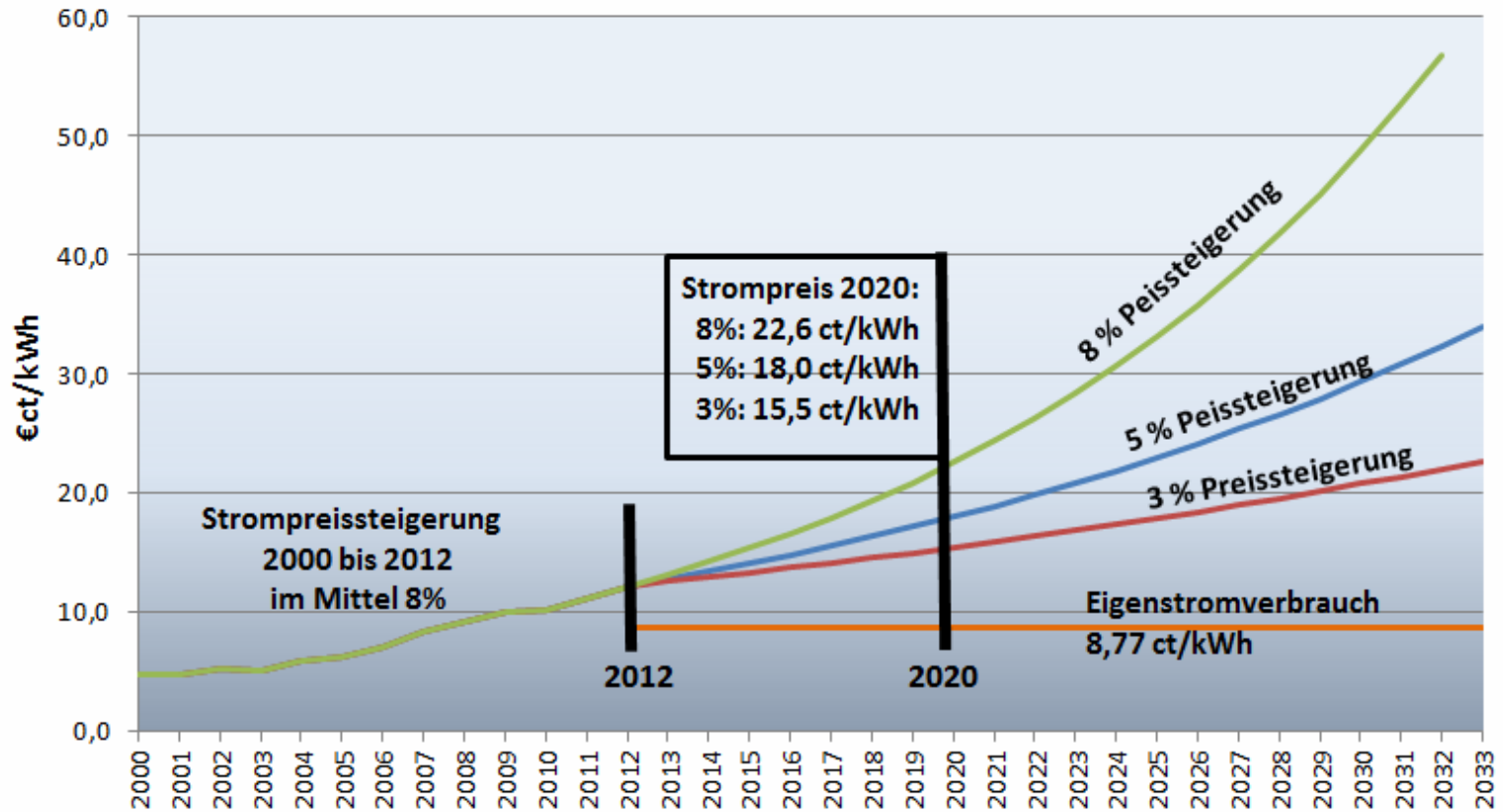
Kapitalkosten	225.000 €/a
Wartung und Instandhaltung	64.000 €/a
Betriebsführung, Versicherung, Buchhaltung, etc.	23.000 €/a
Personalkosten Betrieb	36.000 €/a
Stromverbrauch (496.000 kWh/a; 0,1 kWh/m <sup>3</sup> Rohgas)	70.000 €/a
Wärmelieferung aus Abfallbiogas (2.750.000 kWh/a, 0,7 kWh/m <sup>3</sup>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

# 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

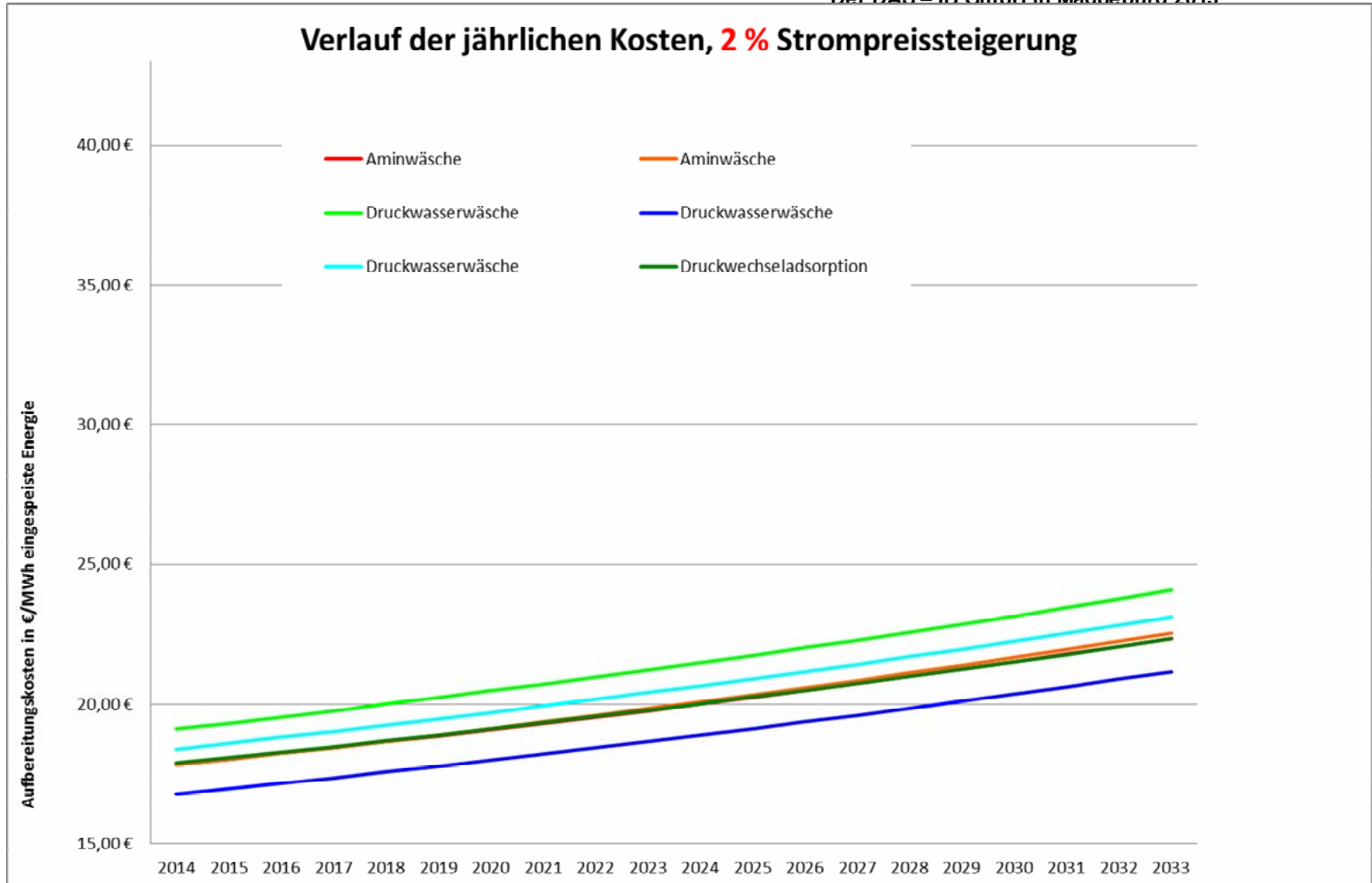


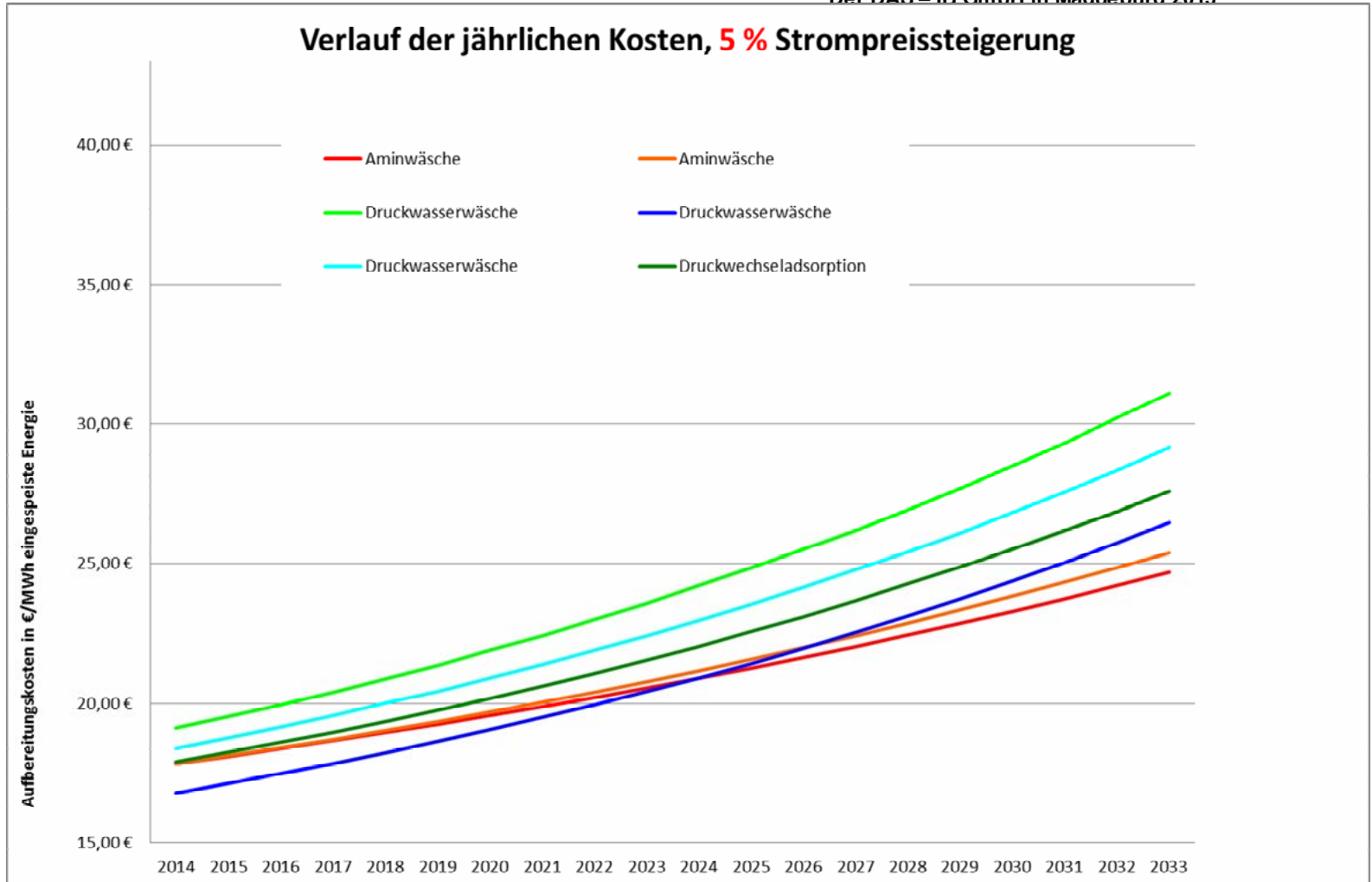


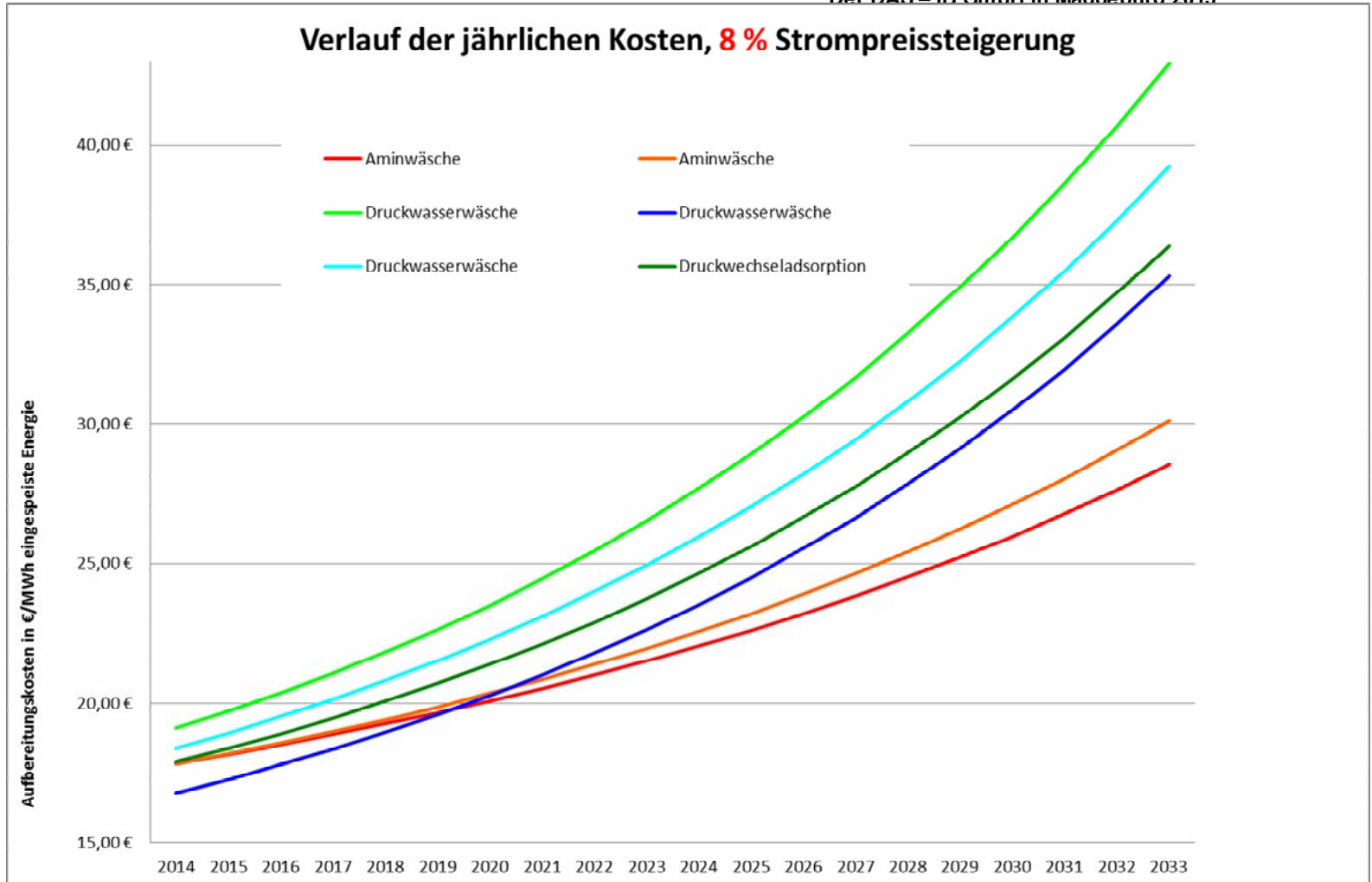
Vergütung nach Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG 2009)

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	<b>8,77</b>	234.685 €
<b>Gesamteinspeisemenge</b>	<b>7.056.000</b>		
TA Luft-Bonus (bis 500 kW)	0	1,00	0 €
KWK-Bonus, Stromkennzahl s.o.	0	3,00	0 €
<b>Gesamtsumme Vergütung nach EEG pro Jahr</b>			<b>682.496 €</b>







# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

