
Energetische und wirtschaftliche Betrachtung einer dezentralen Methanolsynthese zur Speicherung von erneuerbarer Energie

Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT
Institutsteil Sulzbach-Rosenberg



An der Maxhütte 1
92237 Sulzbach-Rosenberg

Telefon +49 9661 908 400
www.umsicht-suro.fraunhofer.de

GLIEDERUNG

1. Fraunhofer UMSICHT - Institutsteil Sulzbach-Rosenberg
2. Energetische und Wirtschaftliche Betrachtung Methanolsynthese
 - Hintergründe Energiespeicherung
 - Grundlagen
 - Energie- und Massenbilanz
 - Wirtschaftliche Betrachtung
 - Ergebnisse
3. Fazit

Was uns bewegt...



Energieerzeugung und -speicherung



Rohstoffe und Werkstoffe

Fraunhofer UMSICHT – Institutsteil Sulzbach-Rosenberg



INSTITUTSTEIL SULZBACH-ROSENBERG

Stammpersonal	70
Sonstiges Personal	16
Labor- und Technikums- flächen	1700 m ²

Energietechnik

Thermische Verfahren

Kreislaufwirtschaft

Biologische Verfahrenstechnik

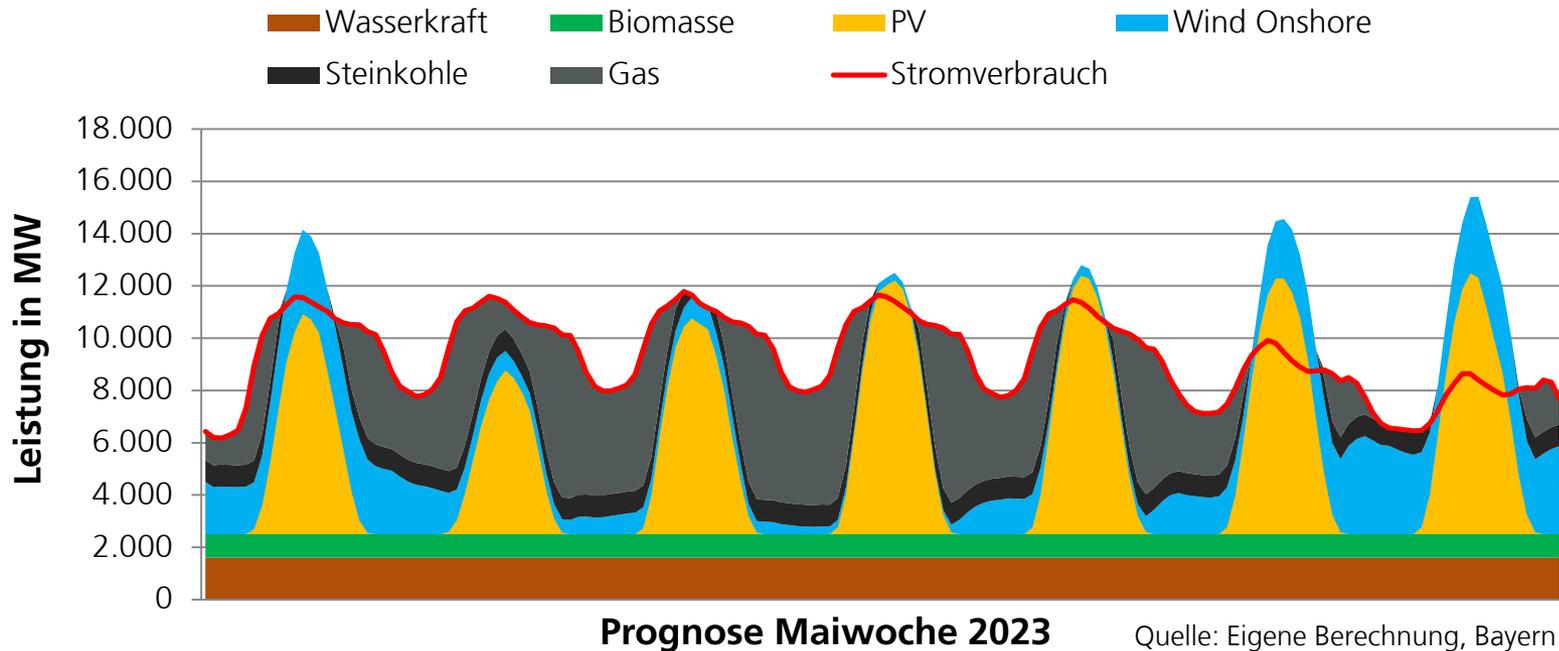
Neue Materialien

GLIEDERUNG

1. Fraunhofer UMSICHT - Institutsteil Sulzbach-Rosenberg
2. Energetische und Wirtschaftliche Betrachtung Methanolsynthese
 - Hintergründe Energiespeicherung
 - Grundlagen
 - Energie- und Massenbilanz
 - Wirtschaftliche Betrachtung
 - Ergebnisse
3. Fazit

Hintergründe

Speicherung von Erneuerbarer Energie mittels Methanolsynthese



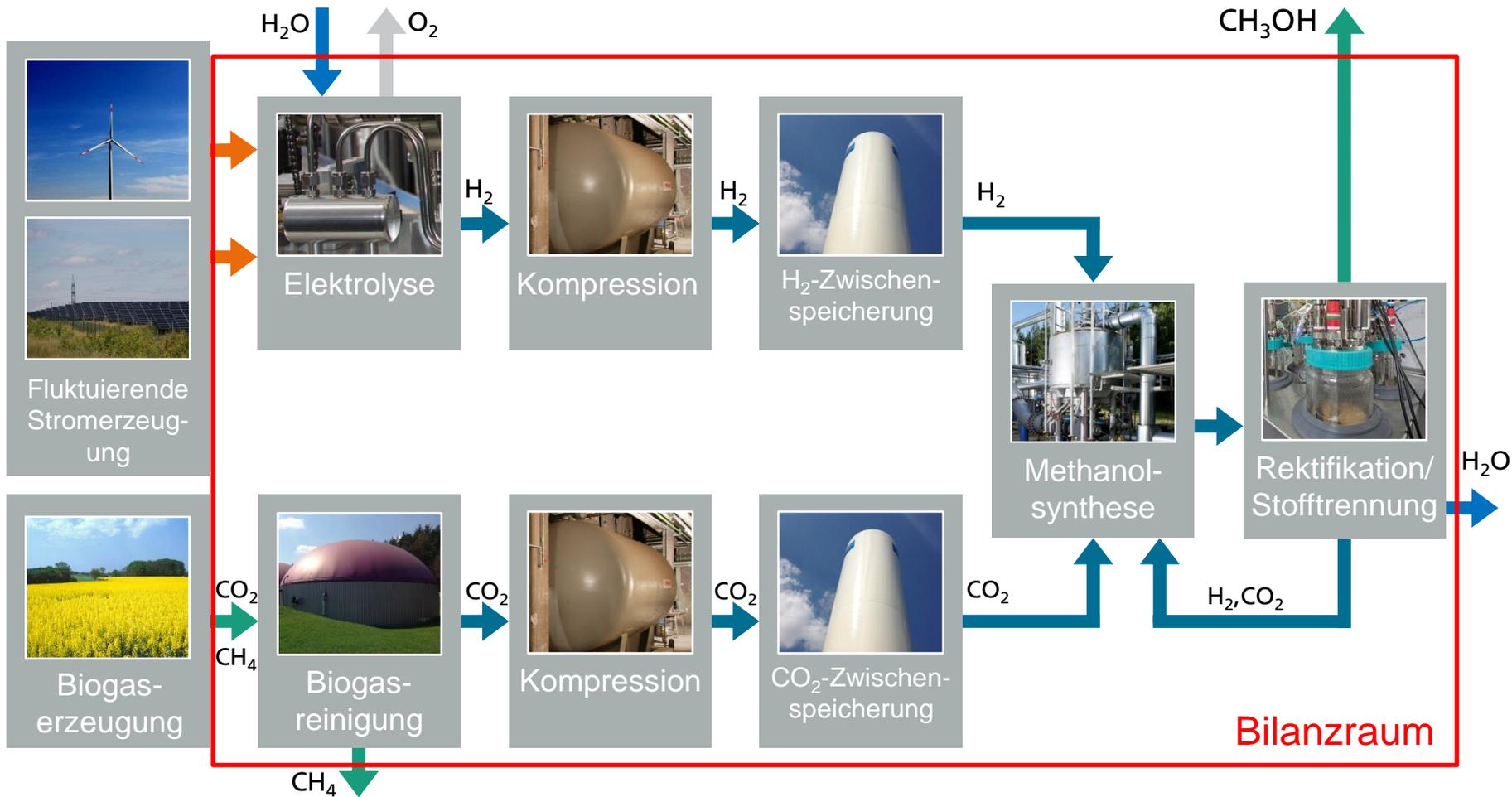
- Methanol (Jahresproduktion 2009: 42 Mio. t)
 - Basischemikalie (Formaldehyd, Essigsäure, DME, ...)
 - Benzinersatz: Oktanzahl >100

GLIEDERUNG

1. Fraunhofer UMSICHT - Institutsteil Sulzbach-Rosenberg
2. Energetische und Wirtschaftliche Betrachtung Methanolsynthese
 - Hintergründe Energiespeicherung
 - Grundlagen
 - Energie- und Massenbilanz
 - Wirtschaftliche Betrachtung
 - Ergebnisse
3. Fazit

Grundlagen

Grundfließbild



Grundlagen

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung / Rahmenbedingungen

Jährliche Methanolproduktion	1300 t/a		
Betriebsstunden Elektrolyse	2800 h/a		Quelle: Doetsch 2013
Betriebsstunden Synthese	7194 h/a		Quelle: LFL-Bayern 2013
Strom	40,00 €/MWh _{el}		Quelle: EEX 2013
Wasser	1,76 €/t		Quelle: SW-Essen 2013
Methanol	390,00 €/t		Quelle: Methanex 2013
Nutzwärme	74,00 €/MWh _{th}		Quelle: IHK 2013
Personalkosten	89.973,00 €/a		

Grundlagen

Investitionskostenabschätzung

- Größendegression für bekannte Anlagenbauteile

$$I_{i,1,B} = I_{i,0,B} \cdot \left(\frac{Kap_{i,1}}{Kap_{i,0}} \right)_i^R$$

Quelle: Chauvel 1979

- Berücksichtigung von Zuschlägen (Mess- und Regelungstechnik, Gebäude, Rohrleitungen, Entwicklung, usw.)

$$I_{i,1} = I_{i,1,B} \cdot Z_i$$

- Berücksichtigung Jahreskorrektur

$$I_{i,1,t} = I_{i,1} \cdot \epsilon_t$$

Quelle: Kölbel 1960

R Größendegressionsexponent

I Investitionskosten

Z Zuschlagsfaktor

ϵ Korrekturfaktor nach Kölbel und Schulze

Grundlagen

Methanolgestehungskosten / Berechnungsgrundlagen

Parameter		
Anlagenversicherung	0,7 %	Quelle: Schätzung VCI
Wartung Gesamtanlage	1,5 %	Quelle: Eigene Annahmen
Inflation	2 %	Quelle: Eigene Annahmen
Abschreibungsdauer	20 a	
Fremd-Finanzierungsanteil	100 %	
Steuersatz	28,5 %	Quelle: Bundesverband der Deutschen Industrie e.V
Zinssatz	3 %	Quelle: Eigene Annahmen

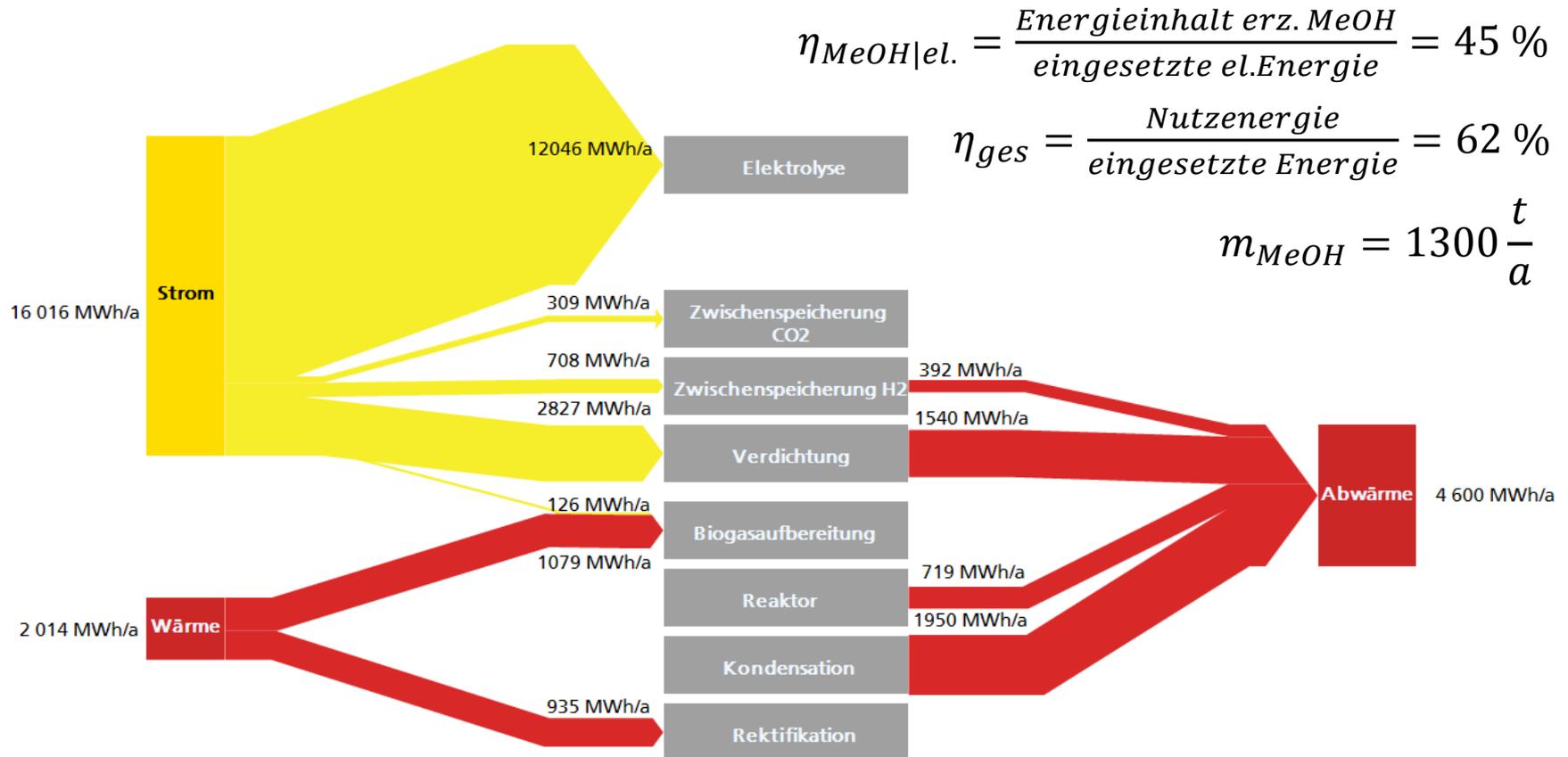
$$\text{Methanolgestehungskosten} = \frac{\text{jährliche Kosten} - \text{jährliche Erlöse}}{\text{jährliche Methanolproduktion}}$$

GLIEDERUNG

1. Fraunhofer UMSICHT - Institutsteil Sulzbach-Rosenberg
2. Energetische und Wirtschaftliche Betrachtung Methanolsynthese
 - Hintergründe Energiespeicherung
 - Grundlagen
 - Energie- und Massenbilanz
 - Wirtschaftliche Betrachtung
 - **Ergebnisse**
3. Fazit

Ergebnisse

Energieflussdiagramm



$$\eta_{MeOH|el.} = \frac{\text{Energieinhalt erz. MeOH}}{\text{eingesetzte el.Energie}} = 45 \%$$

$$\eta_{ges} = \frac{\text{Nutzenergie}}{\text{eingesetzte Energie}} = 62 \%$$

$$m_{MeOH} = 1300 \frac{t}{a}$$

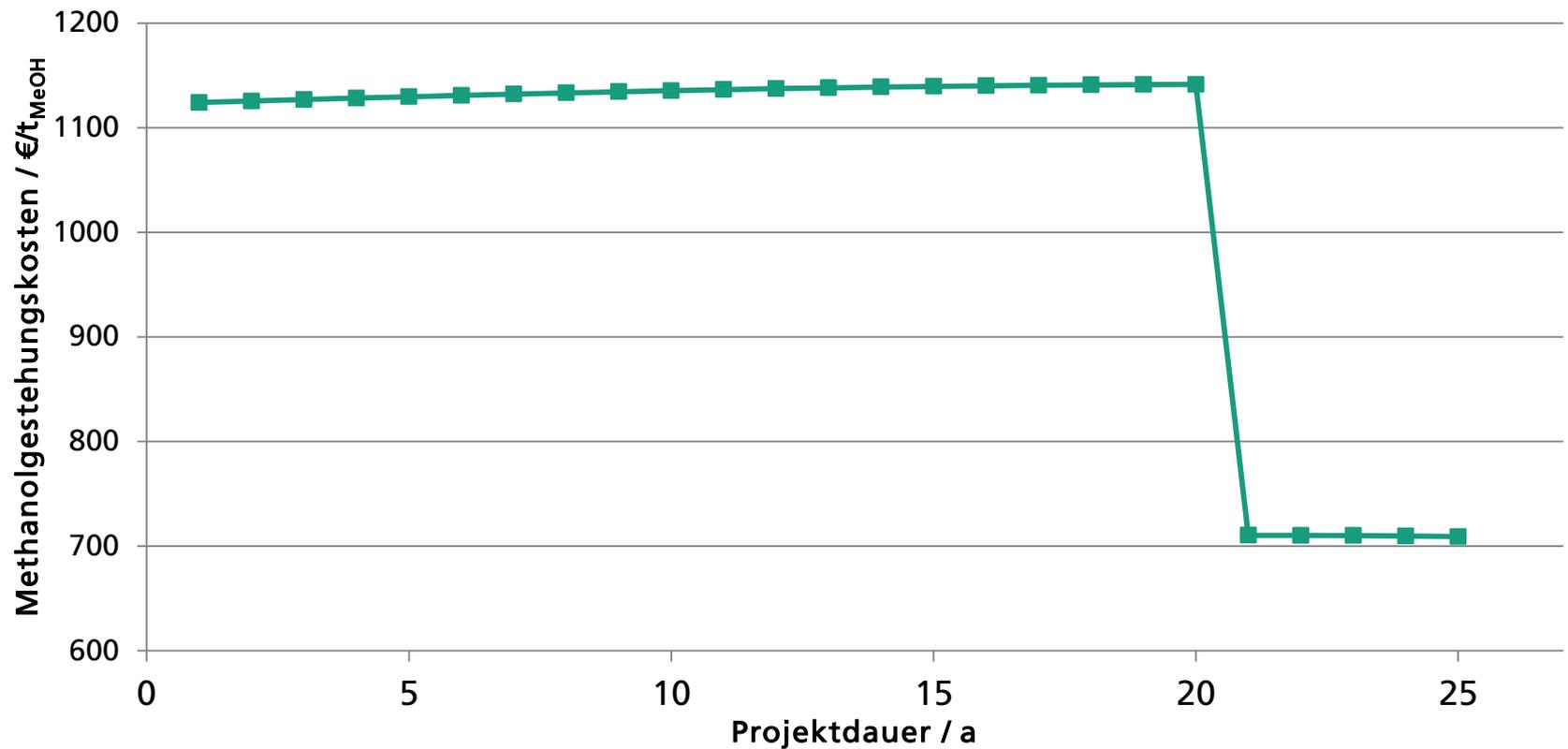
Ergebnisse

Investitionskosten

Teilprozess	Auslegungsgröße		Investitionskosten		
Elektrolyse	4,30	MW _{el}	5,16	Mio. € ₂₀₁₀	Quelle: Diwald 2012
CO ₂ -Abtrennung	0,25	t _{CO₂} /h	0,37	Mio. € ₂₀₁₀	Quelle: Hamelinck 2004
H ₂ -Zwischenspeicher	1796,20	kg _{H₂}	1,76	Mio. € ₂₀₁₀	Quelle: VDI 2011, Kottenstette 2004
CO ₂ -Zwischenspeicher	3000,00	m ³ _{CO₂}	0,43	Mio. € ₂₀₁₀	Quelle: VDI 2011, Kottenstette 2004
Verdichtung	0,31	MW _{el}	1,82	Mio. € ₂₀₁₀	Quelle: Hamelinck 2004
Reaktor	0,18	t _{MeOH} /h	0,66	Mio. € ₂₀₁₀	Quelle: Hamelinck 2004
Kondensation	0,22	MW _{th}	0,43	Mio. € ₂₀₁₀	Quelle: Hamelinck 2004
Destillation	0,18	t _{MeOH} /h	0,54	Mio. € ₂₀₁₀	Quelle: Hamelinck 2004
Gesamtkosten			11,17	Mio. €₂₀₁₀	

Ergebnisse

Methanolgestehungskosten



GLIEDERUNG

1. Fraunhofer UMSICHT - Institutsteil Sulzbach-Rosenberg
2. Energetische und Wirtschaftliche Betrachtung Methanolsynthese
 - Hintergründe Energiespeicherung
 - Grundlagen
 - Energie- und Massenbilanz
 - Wirtschaftliche Betrachtung
 - Ergebnisse
3. Fazit

Fazit

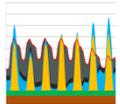
Energetische und wirtschaftliche Betrachtungen



Spezifischer Energieverbrauch: $12 \text{ MWh}_{\text{el}}/\text{t}_{\text{MeOH}}$



$\eta_{\text{MeOH/el.}} = 45 \%$, $\eta_{\text{ges}} = 62 \%$



Senkung der Betriebskosten → nicht Netzintegrierbarem Strom



Investitionskosten 11 Mio. €, Kostensenkungspotential bei Elektrolyse



Befreiung von Kraftstoffsteuer → wirtschaftlichen Betrieb möglich

Quellen

- Chauvel 1976 Chauvel, A. et. al.: Publications de l'Institut francais du pétrole - Manuel d'évaluation économique des procédés. Paris: Technip , 1976.
- Diwald 2012 Diwald, W., ENERTRAG AG, OTTI Forum Power to Gas am 08. Oktober 2012, Regensburg.
- Doetsch 2013 Doetsch, C., Future Electric Energy Storage/Balancing Demand, Fraunhofer UMSICHT, 2013.
- EEX 2013 European Energy Exchange AG, Europäische Strombörse, www.eex.com abgerufen am 10.07.2013.
- Hamelinck 2004 Hamelinck, C.: Outlook for advanced biofuels. Dissertation am Copernicus Institute der Universität Utrecht, Utrecht, Niederlande, 2004.
- IHK 2014 Bundesverband der Energie-Abnehmer e.V., VEA-Fernwärme-Preisvergleich 2013, www.ihk-schleswig-holstein.de aufgerufen am 24.01.2014.
- Kerdoncuff 2008 Kerdoncuff, P.: Modellierung und Bewertung von Prozessketten zur Herstellung von Biokraftstoffen der zweiten Generation, Dissertation Universität Karlsruhe, 2008.
- Kölbel 1960 Kölbel, H., Schulze, J.: Projektierung und Vorkalkulation in der chemischen Industrie, Springer-Verlag, Berlin, 1960.
- Kottenstette 2004 Kottenstette J., Cotrell, J.; Hydrogen storage in wind turbine towers, International Journal of Hydrogen Energy 29, S. 1277-1288, 2004.
- LfL-Bayern 2013 Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft www.lfl.bayern.de abgerufen Juli 2013.
- Metanex 2013 Methanex Methanolpreis, www.methanex.com abgerufen am 7. Juli 2013.
- VDI 2011 VDI-Seminar: Angebots- und Kostenkalkulation im Maschinen- und Anlagenbau, VDI-Haus Stuttgart, 2011.

FRAUNHOFER UMSICHT

Institutsteil Sulzbach-Rosenberg

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Kontakt:
Fraunhofer UMSICHT
Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits-
und Energietechnik UMSICHT
Institutsteil Sulzbach-Rosenberg
An der Maxhütte 1
92237 Sulzbach-Rosenberg
E-Mail: info-suro@umsicht.fraunhofer.de
Internet: <http://www.umsicht-suro.fraunhofer.de>

Johannes Meyer
Telefon: 09661-908 437
E-Mail: johannes.meyer@umsicht.fraunhofer.de