PERSPEKTIVEN
Bioenergiedörfer

klimafreundlich. demokratisch. bürgernah

Biogasaufbereitung für Einspeisung und Tankstellenbetrieb

M. Sc. Robert Ißler

Online-Fachtagung: Perspektiven für Bioenergiedörfer

7. Oktober 2021

Gliederung

PERSPEKTIVEN
Bioenergiedörfer
klimafreundlich. demokratisch. bürgernah

1. **Biomethan – Einspeisung ins Erdgasnetz**
   - Rahmenbedingungen
   - Ergebnisse aus den Reallaboren
2. Biomethan – Kooperation mit Tankstellenbetreibern
   - Rahmenbedingungen
   - Ergebnisse aus den Reallaboren
3. Biomethan – Betrieb einer eigenen Hoftankstelle
   - Betrieb der Tankstelle mit den Überschüssen einer Biogasanlage sowie mit Solarunterstützung
   - Betrieb der Tankstelle mit den Überschüssen aus zwei Biogasanlage
   - Ergebnisse aus den Reallaboren
4. Fazit und SWOT-Analyse

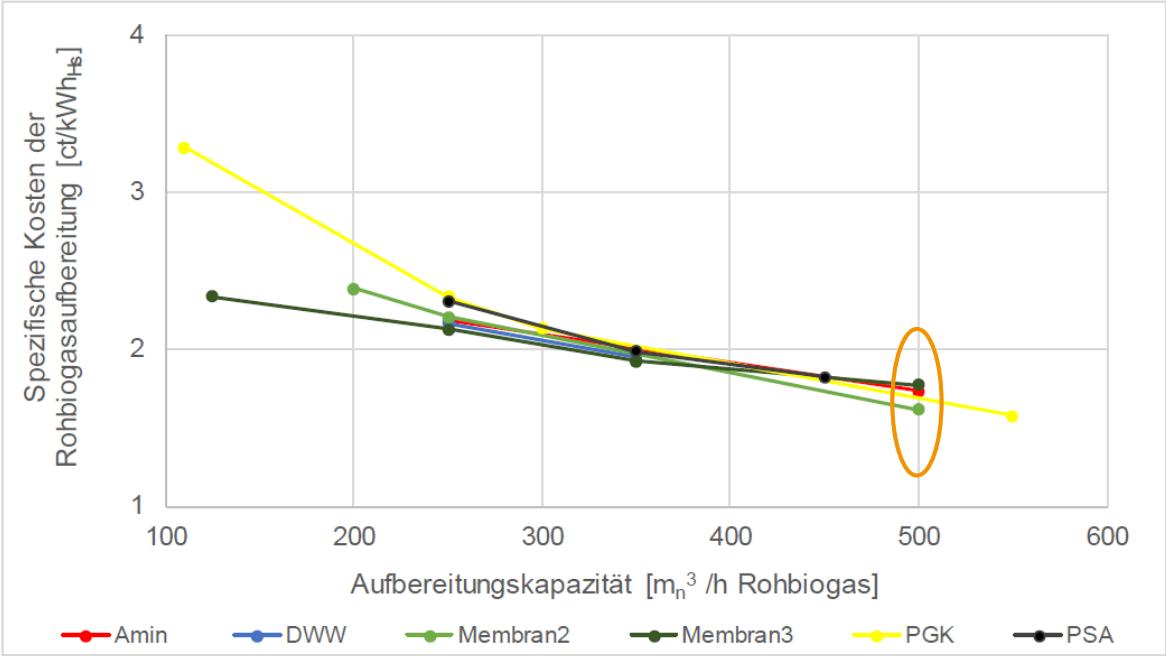
Einspeisung von Biomethan ins Erdgasnetz

PERSPEKTIVEN Bioenergiedörfer

klimafreundlich. demokratisch. bürgernah

Aufbereitung zu Biomethan – Kosten

- Spezifische Kosten der Biogasaufbereitung in Abhängigkeit von der Aufbereitungskapazität:



Beyrich et al. (2019): Effiziente Mikro-Biogasaufbereitungsanlagen (eMikroBGAA)

- Bei Biogasüberschuss von 500 Nm³/h niedrige spez. Kosten von ca. 1,8 ct/kWh (bei 8.400 Stunden).

➢ Nachfolgende Kostenberechnungen (Membranverfahren) in Abhängigkeit von Kapazität und jährlicher Laufzeit.

Einspeisung von Biomethan ins Erdgasnetz

PERSPEKTIVEN Bioenergiedörfer

klimafreundlich. demokratisch. bürgernah

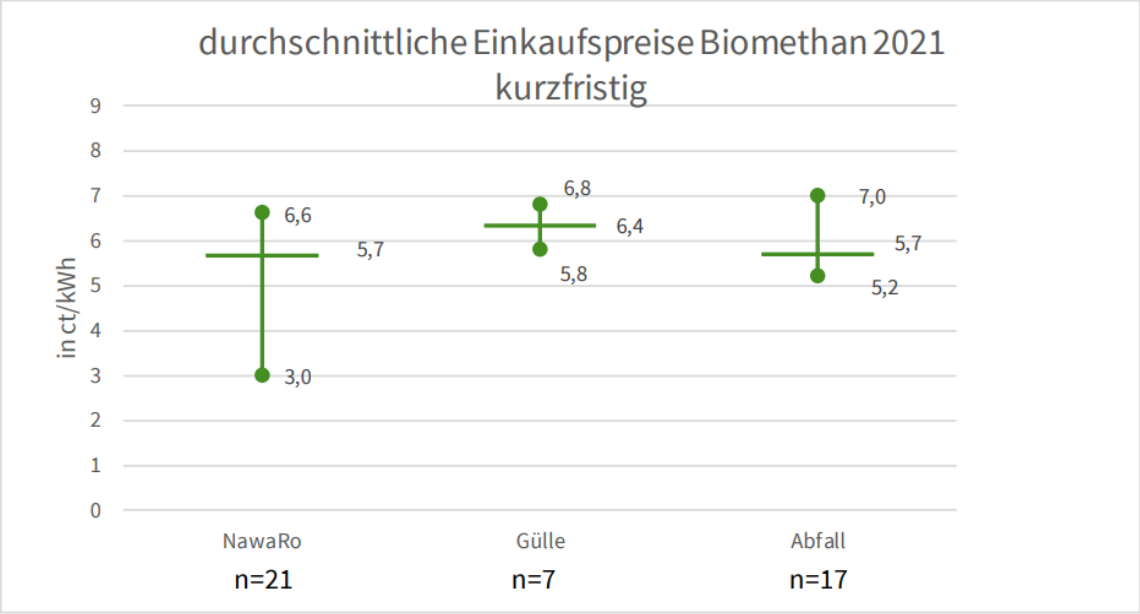
Einspeiseinfrastruktur – Kosten und Vergütung

- Der Gasnetzbetreiber übernimmt einen Großteil der Investitionskosten für die Einspeiseinfrastruktur.
- Bis 1 km Anschlussleitung muss der Anlagenbetreiber maximal **250.000 €** bezahlen.
- Wartungs- und Betriebskosten des Netzanschlusses werden ebenfalls vom Gasnetzbetreiber bezahlt.
- Für das eingespeiste Biomethan werden für 10 Jahre **0,7 ct/kWh** vermiedene Netzentgelte ausgezahlt.

Abschätzung der Erlösmöglichkeiten

- Biomethanpreise im Vergleich zum Vorjahr gesunken.
- Vermehrte Nachfrage im Kraftstoffsektor: Erneuter Anstieg erwartet.
- Langfristige Preise liegen höher als die Kurzfristigen

➢ Annahme für Berechnungen:
Verkaufspreis von **6 ct/kWh** Biomethan.



Dena (2021): Branchenbarometer Biomethan 2021

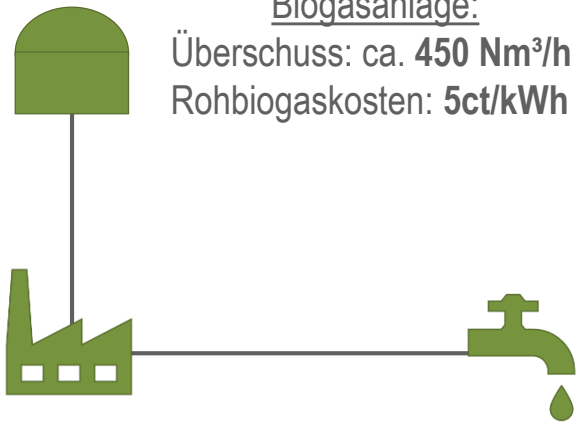
Einspeisung von Biomethan ins Erdgasnetz

PERSPEKTIVEN Bioenergiedörfer

klimafreundlich. demokratisch. bürgernah

Berechnung für das Reallabor Altenmellrich

- Maximal mögliche Biogasmenge: 450 Nm³/h → nahezu vollständige Substitution der Wärmeversorgung notwendig.



Biogasanlage:
Überschuss: ca. **450 Nm³/h**
Rohbiogaskosten: **5ct/kWh**

Aufbereitungsanlage:
Ca. **230 Nm³** Methanoutput
Methanisierungskosten:
ca. **1,8 ct/kWh** Methan

Einspeiseanlage:
Entfernung Gasnetz: ca. **3.000 m**
Druckstufe **70 bar**
Erlös Biomethan: **6 ct/kWh**

Überschuss von 450 Nm³/h		
Jährliche Kosten	Rohbiogasbereitstellung	988.000 €
	Biogasaufbereitung	352.000 €
	Kosten Einspeiseinfrastruktur	43.000 €
	Summe Kosten	**1.413.000 €**
	Gestehungskosten Biomethan	7,00 ct/kWh
Jährliche Erlöse	Biomethanverkauf Netz	1.186.000 €
	Vermiedene Netzentgelte	138.000 €
	Summe Erlöse	**1.325.000 €**
	Jährlicher Gewinn Jahr 1 bis 10	**-59.000 €**
	Jährlicher Gewinn ab Jahr 11	**29.000 €**
	Biomethanpreis für Gewinnschwelle	**6,3 ct/kWh**

➢ Selbst bei Substitution der Wärmeversorgung (ohne Zusatzkosten): **Einspeisung unwirtschaftlich** (erst ab Biomethanpreis von **6,3 ct/kWh** Gewinnschwelle erreicht).

Einspeisung von Biomethan ins Erdgasnetz

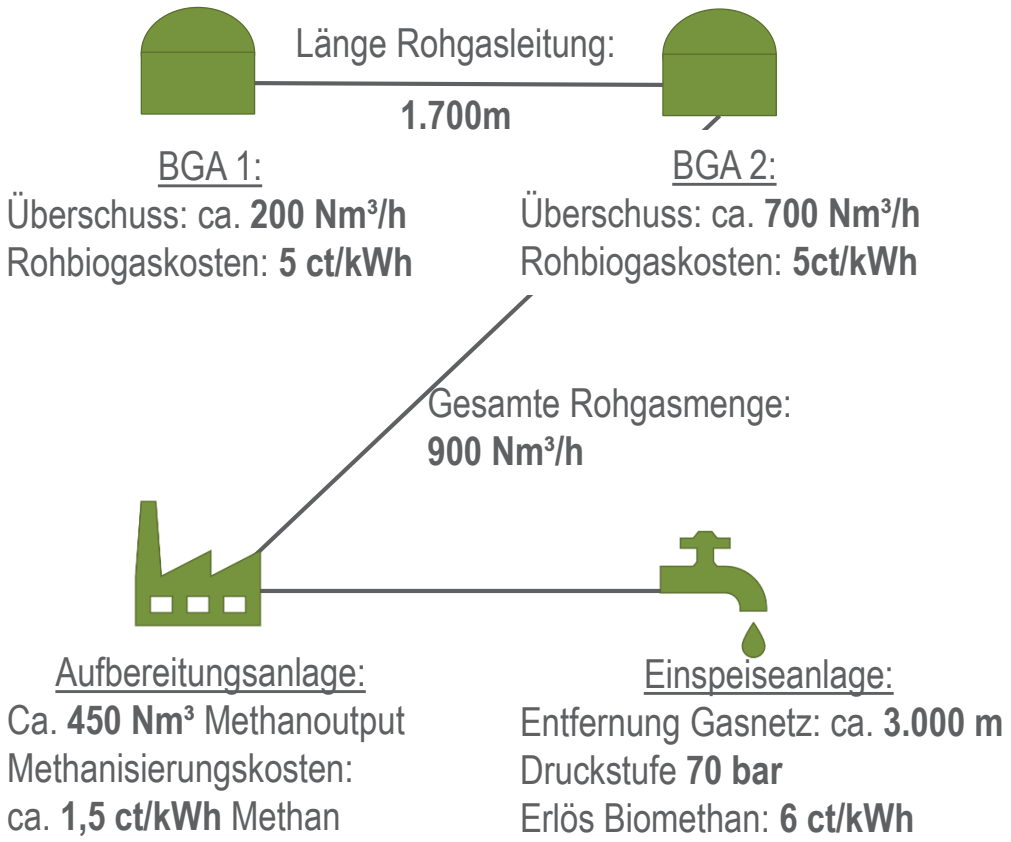
PERSPEKTIVEN Bioenergiedörfer

klimafreundlich. demokratisch. bürgernah

Berechnung für das Reallabor Altenmellrich (plus kooperierende BGA)

- Biogasüberschuss ohne Wärmesubstitution: 200 Nm³/h
- Zusammenschluss mit einer weiteren Biogasanlage in der Nähe bringt zusätzlich 900 Nm³/h Überschuss.

Überschuss von 900 Nm³/h		
Jährliche Kosten	Rohbiogasbereitstellung	1.977.000 €
	Biogasaufbereitung	562.000 €
	Kosten Einspeiseinfrastruktur	58.000 €
	Summe Kosten	**2.596.000 €**
	Gestehungskosten Biomethan	6,57 ct/kWh
Jährliche Erlöse	Biomethanverkauf Netz	2.373.000 €
	Vermiedene Netzentgelte	277.000 €
	Summe Erlöse	**2.650.000 €**
	Jährlicher Gewinn Jahr 1 bis 10	**54.000 €**
	Jährlicher Gewinn ab Jahr 11	**90.000 €**
	Biomethanpreis für Gewinnschwelle	5,87 ct/kWh



- Anschluss ans Erdgasnetz ermöglicht diverse Vermarktungsoption, zudem ist kein großer Biogasspeicher erforderlich (Gasnetz übernimmt Speicherfunktion).
- Aber: Wirtschaftlichkeit stark von den Biomethanpreisen abhängig.

Gliederung

PERSPEKTIVEN
Bioenergiedörfer
klimafreundlich. demokratisch. bürgernah

1. Biomethan – Einspeisung ins Erdgasnetz
   - Rahmenbedingungen
   - Ergebnisse aus den Reallaboren
2. **Biomethan – Kooperation mit Tankstellenbetreibern**
   - Rahmenbedingungen
   - Ergebnisse aus den Reallaboren
3. Biomethan – Betrieb einer eigenen Hoftankstelle
   - Betrieb der Tankstelle mit den Überschüssen einer Biogasanlage sowie mit Solarunterstützung
   - Betrieb der Tankstelle mit den Überschüssen aus zwei Biogasanlage
   - Ergebnisse aus den Reallaboren
4. Fazit und SWOT-Analyse

Kooperation mit externer Tankstelle

PERSPEKTIVEN
Bioenergiedörfer
klimafreundlich. demokratisch. bürgernah

Einspeisung in das Erdgasnetz und Beliefern einer Tankstelle

- Der Biomethanbedarf der Partnertankstelle wird bilanziell über das Erdgasnetz gedeckt (Stichwort: Zertifikatehandel).
- ➢ Geforderte THG-Minderung über CO_2-Quotenzertifikate erfüllen, überschüssige Zertifikate weiterverkaufen.
- ➢ Einsparungen bei Netzentgelten, bei selbem Tarifgebiet und gleichem Druckniveau von Einspeisung und Entnahme.
- Netznutzungsentgelte für Gasnetz regional stark unterschiedlich. Deutscher Durchschnittspreis: etwa **1,5 ct/kWh** (Preis bei maximal hohen Netzentgelten: 4,0 ct/kWh).
- 10 Jahre vermiedene Netzentgelte: **0,7 ct/kWh**
- Wert der THG-Minderung durch Biomethan im Verkehrssektor: ca. **2,75 ct/kWh** (basiert auf CO_2 Preis von 200 €/t)
- Tankstellenpreis für CNG: etwa **8,15 ct/kWh** netto.

Biogasanlage
Rohbiogaskosten: **5ct/kWh**

Aufbereitungsanlage:
Aufbereitungskosten von ca. **1,5 ct/kWh** Methan

Gasnetz.
Netznutzungskosten: **1,5 ct/kWh**
Vermiedene Netzentgelte: **0,7 ct/kWh**

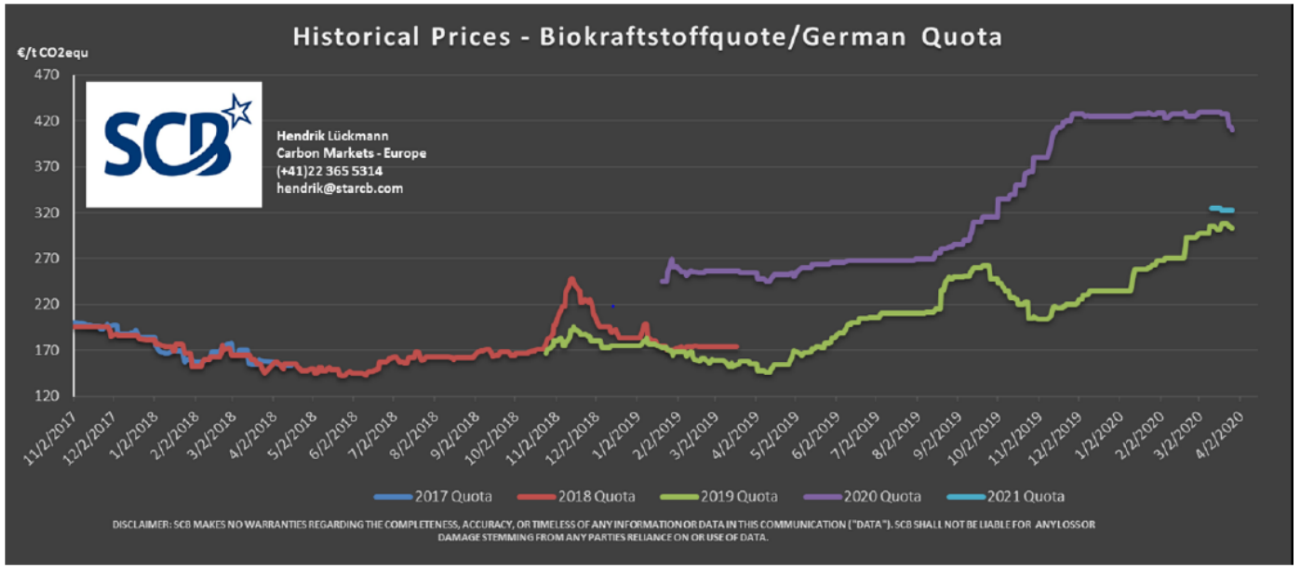
Partnertankstelle:
CNG Vermarktungspreis: **8,15 ct/kWh**
CO_2- Quotenpreis: **2,75 ct/kWh**

Hintergrund Biomethantankstelle

PERSPEKTIVEN
Bioenergiedörfer
klimafreundlich. demokratisch. bürgernah

Biomethanquotenhandel

- BImSchV: THG (Treibhausgas)-Minderungsanforderung bei Tankstellen liegt bei 6%
- Bei Nichteinhaltung der THG-Minderung eine Strafzahlung von 470 €/t CO_2 zu entrichten. (Ab 2022: 600 €/t CO_2).
- Erfüllung durch Beimischung von emissionsarmen Kraftstoffen oder Erwerb von $CO_{2äq}$.-Quotenmengen
- Biomethan-Tankstelle kann ihre Übererfüllung der THG-Minderung über CO_2-Quoten an Andere verkauft werden.
- Unsere Berechnungen zeigen große Vermarktungsgewinne über den Quotenhandel (z.B. eine Konstellation mit über 40 % der gesamten Tankstellenerlöse bei 200€/t CO_2)



Preisspanne 2020: ca. 240 bis 425 €/t $CO_{2äq}$.

Friedl, Georg (2020): Kraftstoff – eine Chance für den Biogassektor (RED II).

Kooperation mit externer Tankstelle

PERSPEKTIVEN Bioenergiedörfer

klimafreundlich. demokratisch. bürgernah

Ergebnisse Reallabor Altenmellrich (plus kooperierende BGA)

Positionen	Höhe		Kommentar
Rohbiogaskosten	5,00	ct/kWh	
Biogasaufbereitungskosten	1,50	ct/kWh	
Kostenanteil Einspeiseanlage	0,25	ct/kWh	
Gasnetzentgelte	1,50	ct/kWh	
Kosten für Verwaltung und Vertrieb	0,30	ct/kWh	
Energiesteuer	1,40	ct/kWh	Derzeitiger Steuersatz für CNG
Summe Kosten	**9,95**	**ct/kWh**	
Vermiedene Netzentgelte	0,70	ct/kWh	Nur für 10 Jahre gewährt
Erlöse für Biomethanquoten	2,75	ct/kWh	Bei 200 €/t CO2-äq.
Notwendiger Mindest-Absatzpreis	6,50	ct/kWh	
… nach 10 Jahren	6,20	ct/kWh	
CNG-Verkaufspreis	8,15	ct/kWh	
Mögliche Gewinnmarge	**1,65**	**ct/kWh**	Kann unter den Kooperationspartnern
… nach 10 Jahren	1,95	ct/kWh	aufgeteilt werden.

- Kooperation kann sinnvoll für beide Seiten sein, sofern die Rahmenbedingungen dafür gegeben sind. (insb.: regionale Gasnetzentgelte)

Gliederung

PERSPEKTIVEN
Bioenergiedörfer
klimafreundlich. demokratisch. bürgernah

1. Biomethan – Einspeisung ins Erdgasnetz
   - Rahmenbedingungen
   - Ergebnisse aus den Reallaboren
2. Biomethan – Kooperation mit Tankstellenbetreibern
   - Rahmenbedingungen
   - Ergebnisse aus den Reallaboren
3. **Biomethan – Betrieb einer eigenen Hoftankstelle**
   - Rahmenbedingungen
   - Betrieb der Tankstelle mit den Überschüssen einer Biogasanlage sowie mit Solarunterstützung
   - Betrieb der Tankstelle mit den Überschüssen aus zwei Biogasanlage
   - Ergebnisse aus den Reallaboren
4. Fazit und SWOT-Analyse

Hintergrund Hoftankstelle

PERSPEKTIVEN
Bioenergiedörfer
klimafreundlich. demokratisch. bürgernah

Bedingungen für Hoftankstelle

- Kontinuierlicher Absatz des produzierten Biomethans an der Tankstelle Voraussetzung für wirtschaftlichen Betrieb.
- Lokale Abnehmer von Biomethan kontaktieren → Vor der Projektierung einer Hoftankstelle sollte bereits ein Abnehmerstamm gefunden werden.
- Mögliche Kooperationspartner: Regionale Transportunternehmen oder lokale Landwirtschaftsbetriebe mit gasbetriebenen LKWs bzw. Landwirtschaftsmaschinen.
- Vorteile aus Sicht der Speditionen: Mautbefreiung (Ersparnis: 90 – 260 € pro 1.000 km), Kostenersparnis bei den Treibstoffen.

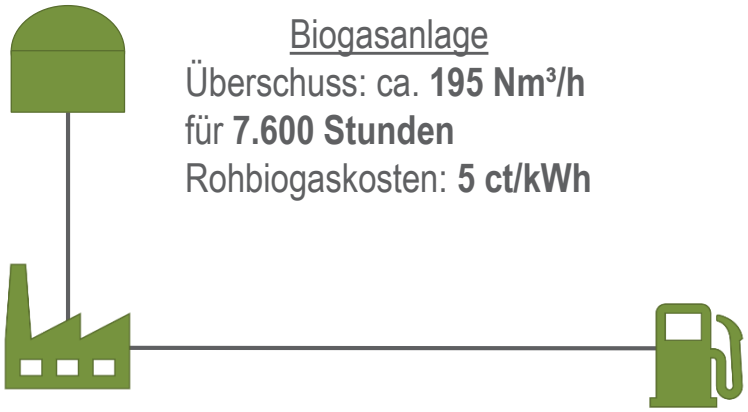
Reallabor Wollbrandshausen/ Krebeck

PERSPEKTIVEN Bioenergiedörfer

klimafreundlich. demokratisch. bürgernah

Hoftankstelle mit vorhandener Wärmeerzeugung

- Bei maximaler Auslastung des Fermenters: Rohbiogasüberschuss von ca. **195 Nm³/h** für **7.600 h pro Jahr.**



Biogasanlage
Überschuss: ca. **195 Nm³/h**
für **7.600 Stunden**
Rohbiogaskosten: **5 ct/kWh**

Aufbereitungsanlage:
Ca. **100 Nm³** Methanoutput
Methanisierungskosten:
ca. **2,2 ct/kWh** Methan

Hoftankstelle:
CNG Vermarktungspreis: **0,92 €/kg**
CO2- Quotenpreis: **200 €/t**

GuV		
Jährliche Kosten	Rohbiogasbereitstellung	387.000 €
	Biogasaufbereitung	170.000 €
	Kosten Tankstelle	196.000 €
	Kosten Solarthermie	- €
	Summe Kosten	**753.000 €**
	Gestehungskosten Biomethan	10,19 ct/kWh
Jährliche Erlöse	CNG-Verkauf	514.000 €
	CO2-Quotenverkauf	393.000 €
	Summe Erlöse	**907.000 €**
	Jährlicher Gewinn	**154.000 €**
	Jährlich voll versorgte CNG-LKW	19 CNG-LKW

- Über 40 % der Erlöse stammen aus dem Verkauf von CO2-Quotenzertifikaten.
- Vollversorgung von 19 CNG-LKW notwendig, um die Tankstelle voll auszulasten.

Reallabor Wollbrandshausen/ Krebeck

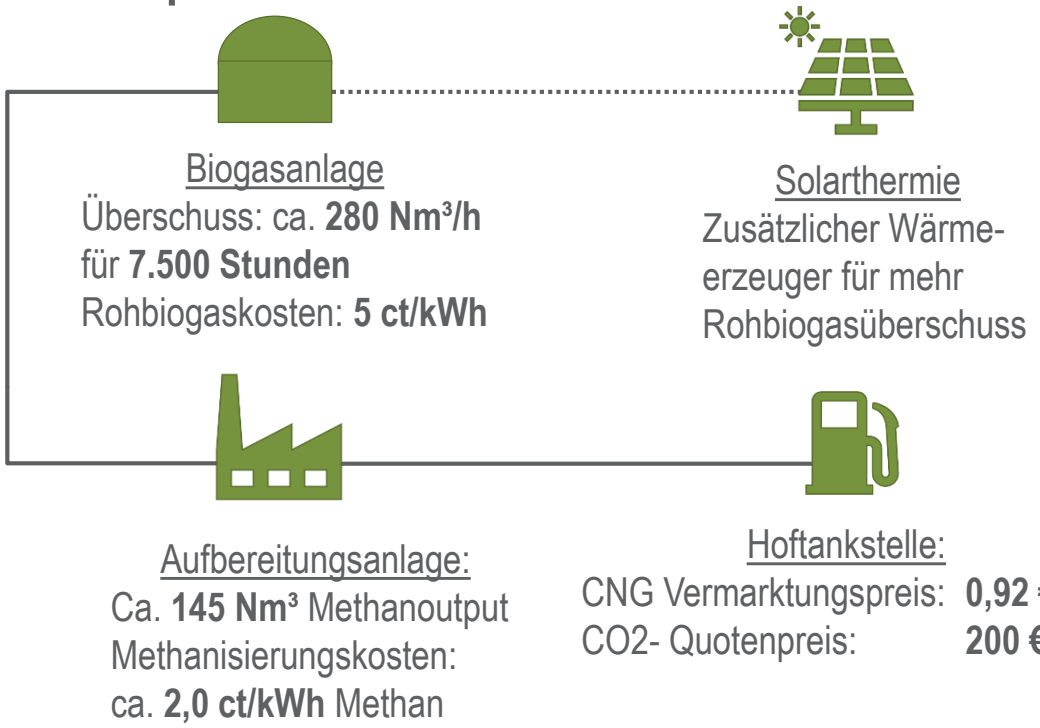
PERSPEKTIVEN Bioenergiedörfer

klimafreundlich. demokratisch. bürgernah

Hoftankstelle mit zusätzlichem Wärmeerzeuger

- Zusätzliche Einbindung von Solarthermie, um die Überschüsse zu erhöhen, ohne die Wärmevermarktung zu beeinträchtigen: Rohbiogasüberschuss von ca. **280 Nm³/h** für **7.500 h pro Jahr.**

GuV		
Jährliche Kosten	Rohbiogasbereitstellung	387.000 €
	Biogasaufbereitung	217.000 €
	Kosten Tankstelle	258.000 €
	Kosten Solarthermie	84.000 €
	Summe Kosten	**1.107.000 €**
	Gestehungskosten Biomethan	10,57 ct/kWh
Jährliche Erlöse	CNG-Verkauf	729.000 €
	CO2-Quotenverkauf	557.000 €
	Summe Erlöse	**1.286.000 €**
	Jährlicher Gewinn	**179.000 €**
	Jährlich voll versorgte CNG-LKW	27 CNG-LKW



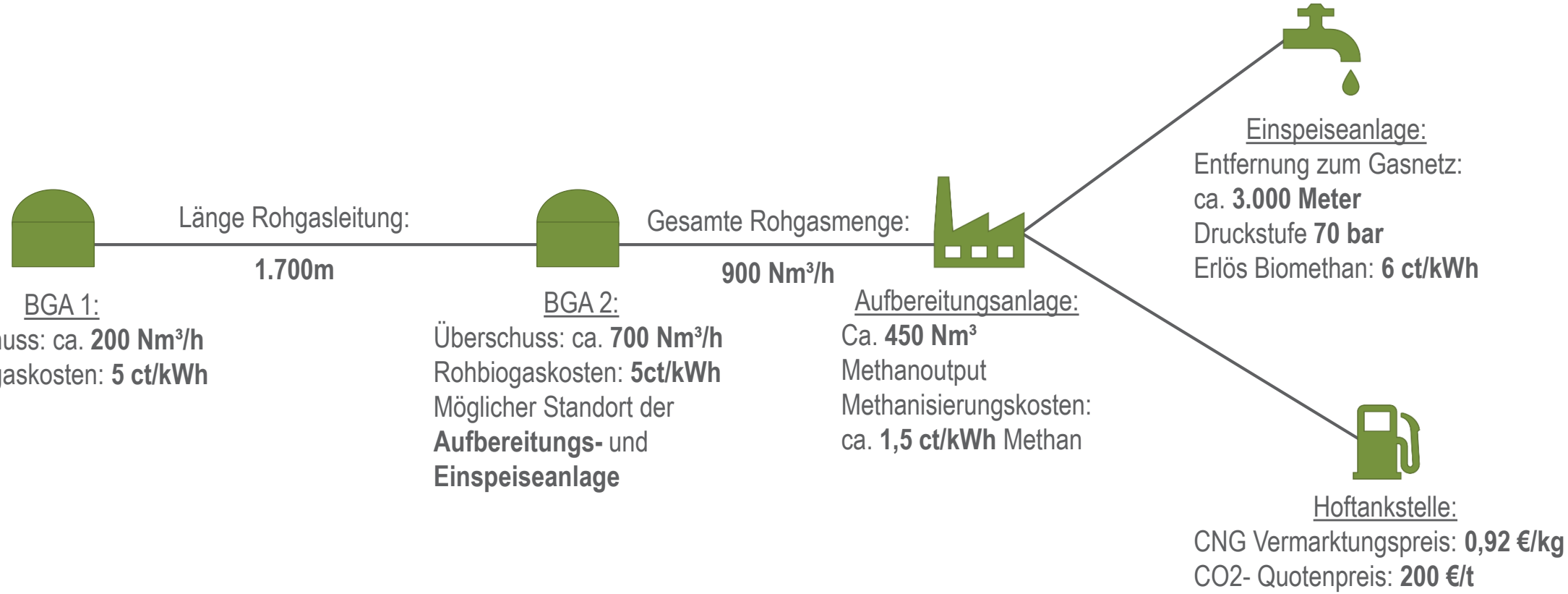
- Die zusätzlichen Kosten der Solarthermie sorgen für geringfügige Mehrerlöse.
- Bei höherem Biogasüberschuss muss Kundenstamm größer werden für einen kontinuierlichen CNG Verkauf.

Kooperation von Biogasanlagen für Hoftankstelle - Altenmellrich

PERSPEKTIVEN Bioenergiedörfer

klimafreundlich. demokratisch. bürgernah

Rahmenbedingungen: Möglicher Verbund mit naheliegender Biogasanlage



Wirtschaftlichkeit der Beispielanlagen in Altenmellrich

PERSPEKTIVEN Bioenergiedörfer

klimafreundlich. demokratisch. bürgernah

Vorgehen

- Berechnung der Errichtungs- und Betriebskosten der einzelnen Komponenten anhand spezifischer Größen für Aufbereitungsanlage (Membranverfahren), Tankstelle und Gasleitungen.
- Bestimmung der Quotenerlöse nach RED II in Abhängigkeit der Einsatzstoffe.
- Erlöse am Biomethanmarkt, an der Tankstelle und für CO2-Quoten werden den Kosten gegenübergestellt.

Rahmenbedingungen

- Zusammenschluss von zwei Betreibern, die gemeinsam eine Aufbereitungsanlage versorgen
- Volle Auslastung für **8.500 Stunden** im Jahr
- Finanzierung der Investitionskosten über 10 Jahre mit 4 % Zinsen (Wahl des 10 Jahres Zeitraums, da auch nur für 10 Jahre vermiedene Netzentgelte ausgezahlt werden)
- Gasleitung und Einspeiseinfrastruktur über 20 Jahre finanziert
- Vier Szenarien betrachtet: Vermarktung von **0 %, 10 %**, **30 %** oder **50%** des Biomethans an der eigenen Hoftankstelle
- Konservative Annahme des CO2-Preises mit 200 €/t

Wirtschaftlichkeit der Beispielanlagen in Altenmellrich

PERSPEKTIVEN Bioenergiedörfer

klimafreundlich. demokratisch. bürgernah

Beispielszenario mit 10 % Tankstellennutzung

GuV		
Jährliche Kosten	Rohbiogasbereitstellung und -aufbereitung, Einspeiseinfrastruktur	2.626.000 €
	Tankstelle	122.000 €
	Summe Kosten	**2.748.000 €**
	Gestehungskosten Biomethan	**7,21 ct/kWh**
Jährliche Erlöse	Biomethanverkauf Netz	2.136.000 €
	Vermiedene Netzentgelte	249.000 €
	CNG-Verkauf	263.000 €
	CO2-Quotenverkauf	187.000 €
	Summe Erlöse	**2.835.000 €**
	Jährlicher Gewinn Jahr 1 bis 10	**87.000 €**
	Jährlicher Gewinn ab Jahr 11	**205.000 €**
	Biomethanpreis für **Gewinnschwelle** in den ersten 10 Jahren	**5,76 ct/kWh**
	Jährlich voll versorgte CNG-LKW	10 CNG-LKW

Wirtschaftlichkeit der Beispielanlagen in Altenmellrich

PERSPEKTIVEN Bioenergiedörfer

klimafreundlich. demokratisch. bürgernah

Ergebnisse

Szenario:	Reine Einspeisung	10% Tankstelle	30% Tankstelle
Kosten pro Jahr	2.626.000 €	2.748.000 €	2.901.000 €
Erträge gesamt	2.650.000 €	2.835.000 €	3.204.000 €
Jährlicher Gewinn Jahr 1 bis 10	24.000 €	87.000 €	303.000 €
Jährlicher Gewinn ab Jahr 11	90.000 €	205.000 €	487.000 €
Biomethanpreis für Gewinnschwelle	5,95 ct/kWh	5,76 ct/kWh	4,91 ct/kWh
Jährlich voll versorgte CNG-LKW		10 CNG-LKW*	30 CNG-LKW*

** Betrachtung für CNG-LKW mit 200 kg Tankinhalt und Laufleistung von 115.000 km/Jahr*

- Mit steigender Tankstellenkapazität sind entsprechend mehr Tankkunden erforderlich.
- Ergänzung der Einspeisung durch eine Hoftankstelle ist unter den getroffenen Annahmen wirtschaftlich, jedoch ist die Platzierung der Tankstelle auf einer der beiden Standorten aus baurechtlicher Sicht (noch) problematisch.

Gliederung

PERSPEKTIVEN
Bioenergiedörfer
klimafreundlich. demokratisch. bürgernah

1. Biomethan – Einspeisung ins Erdgasnetz
   - Rahmenbedingungen
   - Ergebnisse aus den Reallaboren
2. Biomethan – Kooperation mit Tankstellenbetreibern
   - Rahmenbedingungen
   - Ergebnisse aus den Reallaboren
3. Biomethan – Betrieb einer eigenen Hoftankstelle
   - Betrieb der Tankstelle mit den Überschüssen einer Biogasanlage sowie mit Solarunterstützung
   - Betrieb der Tankstelle mit den Überschüssen aus zwei Biogasanlage
   - Ergebnisse aus den Reallaboren
4. **Fazit und SWOT-Analyse**

Fazit I

PERSPEKTIVEN
Bioenergiedörfer
klimafreundlich. demokratisch. bürgernah

Methanisierung und Einspeisung ins Erdgasnetz:

- Um Skaleneffekte auszunutzen und damit niedrige Biogasaufbereitungskosten zu erreichen, sollte ein Biogasüberschuss von mindestens 500 Nm^3/h vorhanden sein und eine hohe Auslastung von 8.000 Stunden im Jahr angestrebt werden.
- Reallabor Altenmellrich: Bei einem Überschuss von 200 Nm^3/h (BGA 1) ist die Einspeisung nicht wirtschaftlich. Bei Zusammenschluss mit weiterer BGA (Überschuss 900 Nm^3/h) erreicht die Einspeisung die Wirtschaftlichkeit, jedoch nur mit knappem Gewinn.

Einspeisung und Kooperation mit externer Tankstelle:

- Kooperation mit Tankstelle ist, unter Annahme von Gasnetzentgelten von 1,5 ct/kWh, für Altenmellrich sinnvoll.

Fazit II

PERSPEKTIVEN
Bioenergiedörfer
klimafreundlich. demokratisch. bürgernah

Biogasaufbereitung nur für Hoftankstelle

- Reallabor Wollbrandshausen/ Krebeck: Hoftankstelle mit 195 Nm³/h Biomethan (bzw. 280 Nm³/h bei Einbindung von Solarthermie) könnte wirtschaftlich betrieben werden.

Kombination Einspeisung mit Hoftankstelle

- Varianten, bei denen Hoftankstelle und Gasnetzeinspeisung kombiniert werden, sind wirtschaftlicher als eine reine Gasnetzeinspeisung.
- Szenarien Altenmellrich: Bei Zusammenschluss zweier BGA (Biogasüberschuss von 900 Nm³/h) ist die Einspeisung und eine zusätzliche Hoftankstelle (10 %, bzw. 30 % der Biomethanmenge) wirtschaftlich

Offene Fragen zur Hoftankstelle

- Kann ein kontinuierlicher Abnehmerstamm erreicht werden?
- Wo wäre ein passender Standort für die Tankstelle? → Baurecht im Außenbereich? Erreichbarkeit für Tankkunden?

Fazit: SWOT- Analyse Tankstellenbetrieb

PERSPEKTIVEN
Bioenergiedörfer
klimafreundlich. demokratisch. bürgernah

Stärken aus Sicht des BED/ Unternehmens

- z.B. weiteres Standbein für BED
- Biogasproduktion über der Bemessungsleistung möglich
- Biogasüberschuss im Sommer für Kraftstoffproduktion verwenden
- Hohe Gewinnmargen möglich

Schwächen aus Sicht des BED/ Unternehmens

- hohe Investition
- Ausreichender Biogasüberschuss, ggf. Umstellung der Inputstoffe notwendig
- Sicherheit der Wärmeversorgung, evtl. zweite Wärmequelle im Winter
- Abstimmungsbedarf bei Zusammenarbeit mit Projektpartnern

Chancen durch äußere Faktoren

- steigender CO2 Preis
- hohe Gewinnmargen möglich
- Neue Vermarktungswege
- Der Zusammenschluss mehrerer Betreiber kann die Wirtschaftlichkeit verbessern

Risiken durch äußere Faktoren

- Substrate mit hohem THG-Minderungspotenzial können Biogasoutput verringern
- Absatzrisiko bei Tankstellenbetrieb
- Technische Risiken
- Z. Zt. wenig Gasfahrzeuge auf dem Markt

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

Fragen? Gerne!