

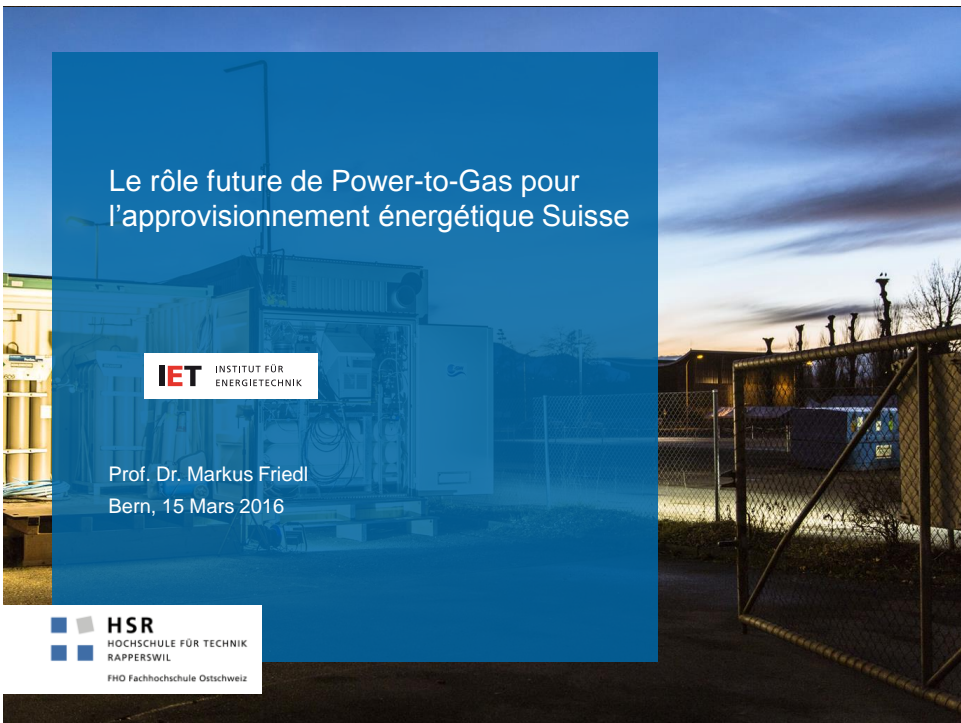


Die zukünftige Rolle von Power-to-Gas in  
einer nachhaltigen Energieversorgung  
der Schweiz

**IET** INSTITUT FÜR  
ENERGIETECHNIK

Prof. Dr. Markus Friedl  
Bern, 15. März 2016

**HSR**  
HOCHSCHULE FÜR TECHNIK  
RAPPERSWIL  
FHO Fachhochschule Ostschweiz



Le rôle future de Power-to-Gas pour  
l'approvisionnement énergétique Suisse

**IET** INSTITUT FÜR  
ENERGIETECHNIK

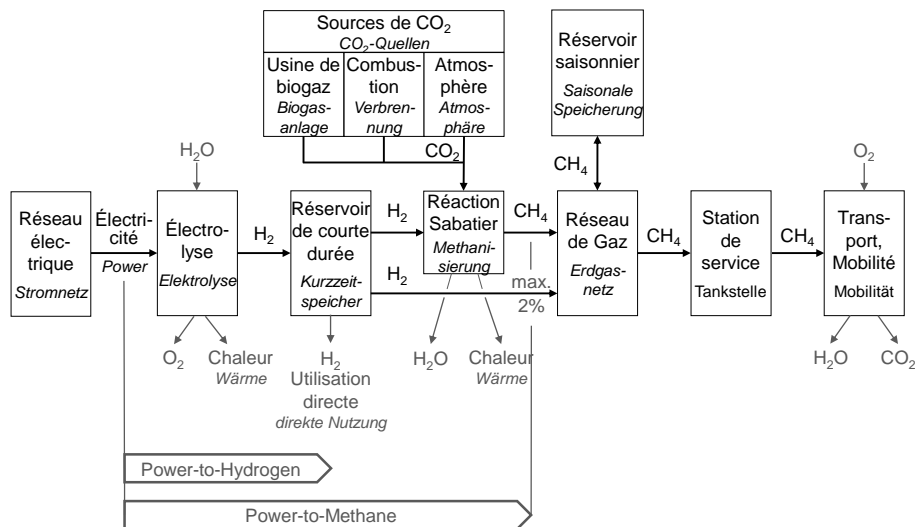
Prof. Dr. Markus Friedl  
Bern, 15 Mars 2016

**HSR**  
HOCHSCHULE FÜR TECHNIK  
RAPPERSWIL  
FHO Fachhochschule Ostschweiz

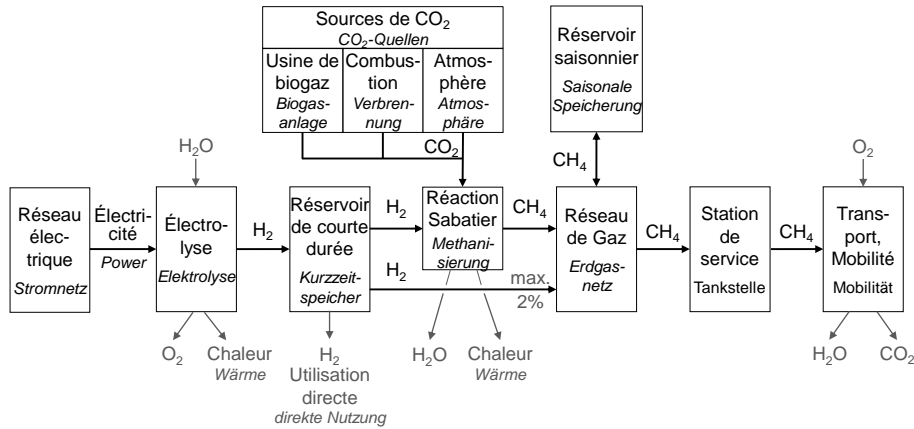
## Sommaire *Inhaltsverzeichnis*

- **Quesque c'est Power-to-Gas?**
- **Avantages pour l'approvisionnement d'énergie**
- **État de l'art**
- **Comparaison des différents formes de mobilité durable**
- **Perspectives**
- **Power-to-Gas @ IET**
- **Sommaire**
- *Was ist Power-to-Gas?*
- *Vorteile für die Energieversorgung*
- *Stand der Technik*
- *Vergleich unterschiedlicher Formen nachhaltiger Mobilität*
- *Perspektiven*
- *Power-to-Gas @ IET*
- *Zusammenfassung*

## Quesque c'est Power-to-Gas? *Was ist Power-to-Gas?*



## Quisque c'est Power-to-Gas? Was ist Power-to-Gas?



- Les infrastructures et les technologies nécessaires existent aujourd'hui.
- La production de CH<sub>4</sub> est toujours plus coûteuse que l'extraction de CH<sub>4</sub> fossile.
- Les émissions de CH<sub>4</sub> synthétique doivent être moins que celles de CH<sub>4</sub> fossile.

## Avantages pour l'approvisionnement d'énergie

### Vorteile für die Gesamtenergieversorgung

#### Seule technologie qui permet ...

- ... de accumuler l'énergie en forme électrique pour quelques mois: du l'été en hiver.

- Centrales de pompages Suisse: beaucoup de puissance, peu d'énergie
- Consommation de l'énergie retardé pas nécessairement en forme électrique

#### Einzigste Technologie, die es erlaubt, ...

- ... elektrische Energie über mehrere Monate zu speichern: vom Sommer in den Winter.

- Schweizer Pumpspeicherwerke: viel Leistung, wenig Energie
- Zeitversetzter Verbrauch nicht unbedingt in elektrischer Form

## Avantages pour l'approvisionnement d'énergie

### Vorteile für die Gesamtenergieversorgung

#### Seule technologie qui permet ...

##### ■ ... de augmenter la production du gaz renouvelable sur un niveau relevant.

- Aujourd'hui, le Biogaz est 0.3 % de l'utilisation de gaz en Suisse, déjà la biomasse est limité
- 18 % des émission CO<sub>2</sub> Suisse se trouvent à 36 lieux: 30 UIOM et 6 cimenteries.
- CO<sub>2</sub> de l'atmosphère disponible sans limite

#### Einzigste Technologie, die es erlaubt, ...

##### ■ ... die Produktion von erneuerbarem Gas auf ein relevantes Niveau zu steigern.

- Heute macht Biogas 0.3 % des Schweizer Gasverbrauchs aus. Bereits ist Biomasse knapp.
- 18 % der Schweizer CO<sub>2</sub>-Emissionen finden an 36 Orten statt: 30 KVAs und 6 Zementwerke
- CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre unbegrenzt verfügbar

## Avantages pour l'approvisionnement d'énergie

### Vorteile für die Gesamtenergieversorgung

#### Seule technologie qui offre ...

##### ■ ... une solution durable pour le transport routiers de marchandises et la mobilité professionnel sur des longue distances.

- La Stratégie énergétique 2050 contiens une seule phrase: Espoir de efficacité supérieur des moteurs

#### Einzigste Technologie, die ...

##### ■ ... eine nachhaltige Lösung für den Strassentransport und den professionellen Verkehr über grosse Distanzen anbietet.

- Die Energiestrategie 2050 beinhaltet nur einen einzigen Satz zu diesem Thema: Hoffnung auf Effizienzsteigerung der Motoren.

## Avantages pour l'approvisionnement d'énergie

### Vorteile für die Gesamtenergieversorgung

**Utilisation de l'électricité excédentaire quand beaucoup d'électricité renouvelable est produit dont personne a besoin.**

- **La Suisse n'a pas des excédents et ne vas pas en avoir pour quelques années.**
- **Les futurs excédents Suisse peuvent être absorber des centrales pompages.**
- **L'Allemagne a des excédents déjà aujourd'hui.**

*Nutzung von Überschüssen an erneuerbare Elektrizität, die produziert werden, wenn niemand sie braucht.*

- *Die Schweiz hat keine Überschüsse an erneuerbare Elektrizität und wird für Jahre keine haben.*
- *Zukünftige Überschüsse können von den Pumpspeicherwerken übernommen werden.*
- *Deutschland hat bereits heute Überschüsse*

## Avantages pour l'approvisionnement d'énergie

### Vorteile für die Gesamtenergieversorgung

**Utilisation de l'électricité excédentaire quand beaucoup d'électricité renouvelable est produit ~~dont personne a besoin.~~**

*Nutzung von Überschüssen an erneuerbare Elektrizität, die produziert werden, wenn ~~niemand sie braucht.~~*

## Avantages pour l'approvisionnement d'énergie

### Vorteile für die Gesamtenergieversorgung

**Utilisation de l'électricité excédentaire quand beaucoup d'électricité renouvelable est produit **quant son valeur boursière est bas****

*Nutzung von Überschüssen an erneuerbare Elektrizität, die produziert werden, wenn **der Börsenwert von Elektrizität tief ist.***

- **Le valeur d'électricité fluctue durant la journée.**
  - **Valeur de gaz stable.**
  - **Libéralisation des marchés en Europe a un influence sur la Suisse, indépendamment du system Suisse.**
- *Die Strompreise schwanken während des Tages.*
  - *Der Gaspreis ist stabiler.*
  - *Die europäische Marktliberalisierung beeinflusst die Schweiz, unabhängig vom Schweizer System.*

## État de l'art *Stand der Technik*

- **Allemagne (operationelle):**
  - Power-to-Hydrogene, Falkenhagen, Eon + Swissgas
  - Power-to-Methane, 6 MW<sub>él</sub>, Werlte, Audi
- **Suisse (operationelle):**
  - Power-to-Hydrogene, 0.3 MW<sub>él</sub>, Brugg, CarPostal Suisse SA
  - Power-to-Hydrogene, 0.3 MW<sub>él</sub>, Aarmatt, Regio Energie Solothurn
  - Power-to-Methane, 25 kW<sub>él</sub>, Rapperswil, IET HSR
- **Suisse (futur):**
  - Power-to-Hydrogene, 0.3 MW<sub>él</sub>, Dübendorf, EMPA
  - Power-to-Hydrogene, Brüten, Umweltarena
  - Power-to-Methane, 100 kW<sub>él</sub>, Villingen, PSI
  - Power-to-Methane, env. 18 kW<sub>él</sub>, STEP Werdhölzli, Energie 360° + PSI
  - Power-to-Hydrogene, 2 MW<sub>él</sub>, Eglisau, Coop + Axpo

## Vergleich unterschiedlicher Mobilitätsformen

Vor- und Nachteile der Mobilität mit Methan gegenüber der Elektromobilität

Vorteile: ■ Betankungszeit  
 ■ Einsatzradius  
 ■ Graue Energie  
 ■ Speicherbarkeit → Flexibilität

Nachteil: ■ Effizienz

Synthetische Treibstoffe			
	Wasserstoff	Methan	Flüssige Treibstoffe
Produktion	einfach		kompliziert
Verwendung	kompliziert		einfach
Automodelle	2	23 PKWs LNG LKW (Volvo)	viele
Infrastruktur	keine		existierend

## Comparaison des différentes formes de mobilité durable

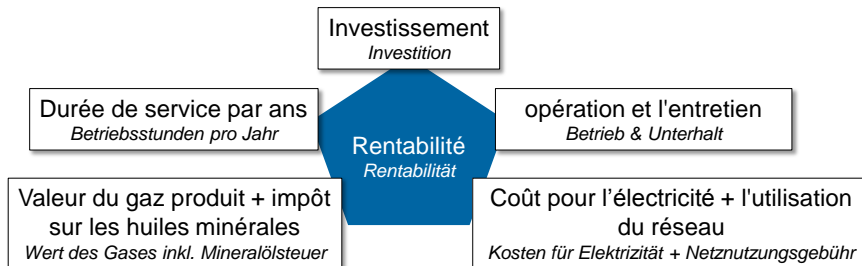
Mobilité au méthane face à la mobilité électrique

Avantages: ■ temps pour remplir le réservoir  
 ■ rayon d'action  
 ■ peu énergie grise  
 ■ stockable → flexibilité en temps

Désavantage: ■ efficacité

Carburants synthétiques			
	Hydrogène	Méthane	Carburants liquides
Production	simple		compliquée
Utilisation	complexe		facile
Modèles de voitures	2	23 voitures particulières	beaucoup
Infrastructure	aucune		existante

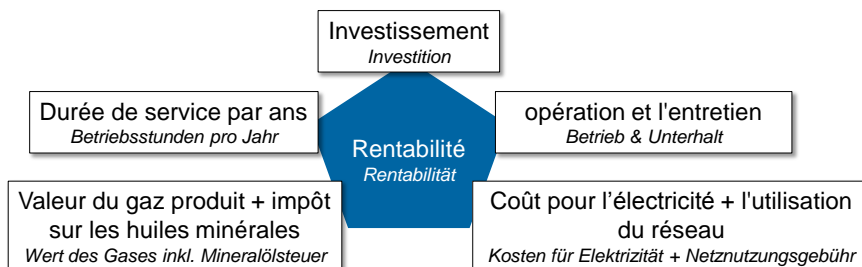
## Perspektiven



### Randbedingungen:

- **Vorschriften (Gesetz, Richtlinien, Leitfäden, ...)**
- **Netznutzungsentgelt für Stromnetz (Pumpspeicher & Batterien sind befreit, Power-to-Gas nur wenn direkt bei Stromerzeugung)**
- **Mineralölsteuer (CO<sub>2</sub>-neutrale Treibstoffe sind davon befreit)**
- **Anrechnung für Flottenausstoss**
- **Zugang zu internationalen Energiemärkten**
- **Kosten für CO<sub>2</sub>-Ausstoss**
- **Förderprogramme**

## Perspektives



### Conditions cadres:

- **Règlements (Lois, Directives, Mémentos, ...)**
- **Tarifes pour l'utilisation du réseau électrique** (Centrales pompages & batteries exemptés, Power-to-Gas seulement quand positionné directement à côté de la production électrique)
- **Impôt sur les huiles minérales** (Carburants neutres en CO<sub>2</sub> exemptés)
- **Considération dans les émissions des flottes des importateurs de voitures**
- **Accès aux marchés internationaux**
- **Coutés pour les émissions de CO<sub>2</sub>**
- **Programmes d'aide**



## Installation pilote et démonstration HSR



Audi



ETOGAS  
smart energy conversion

## Sommaire

### Power-to-Gas

- utilise l'infrastructure existante
- technologies existantes

La limite est l'électricité renouvelable

CO<sub>2</sub> biologique et inévitable est à disposition suffisamment

Power-to-Gas peut jouer un rôle important

- dans un approvisionnement énergétique durable
- pour une mobilité durable.

## Zusammenfassung

### **Power-to-Gas**

- **nutzt bestehende Infrastruktur**
- **und bestehende Technologien.**

**Die heutige Grenze ist erneuerbare Elektrizität «Power»**

**Biologisches und unvermeidbares CO<sub>2</sub> ist genügend vorhanden**

**Power-to-Gas kann eine wichtige Rolle spielen**

- **in einer nachhaltigen Energieversorgung (Strom, Wärme, Brenn- und Treibstoffe)**
- **in einer nachhaltigen Mobilität.**