

# **COLLOQUE RÉGIONAL MÉTHANISATION 2018**

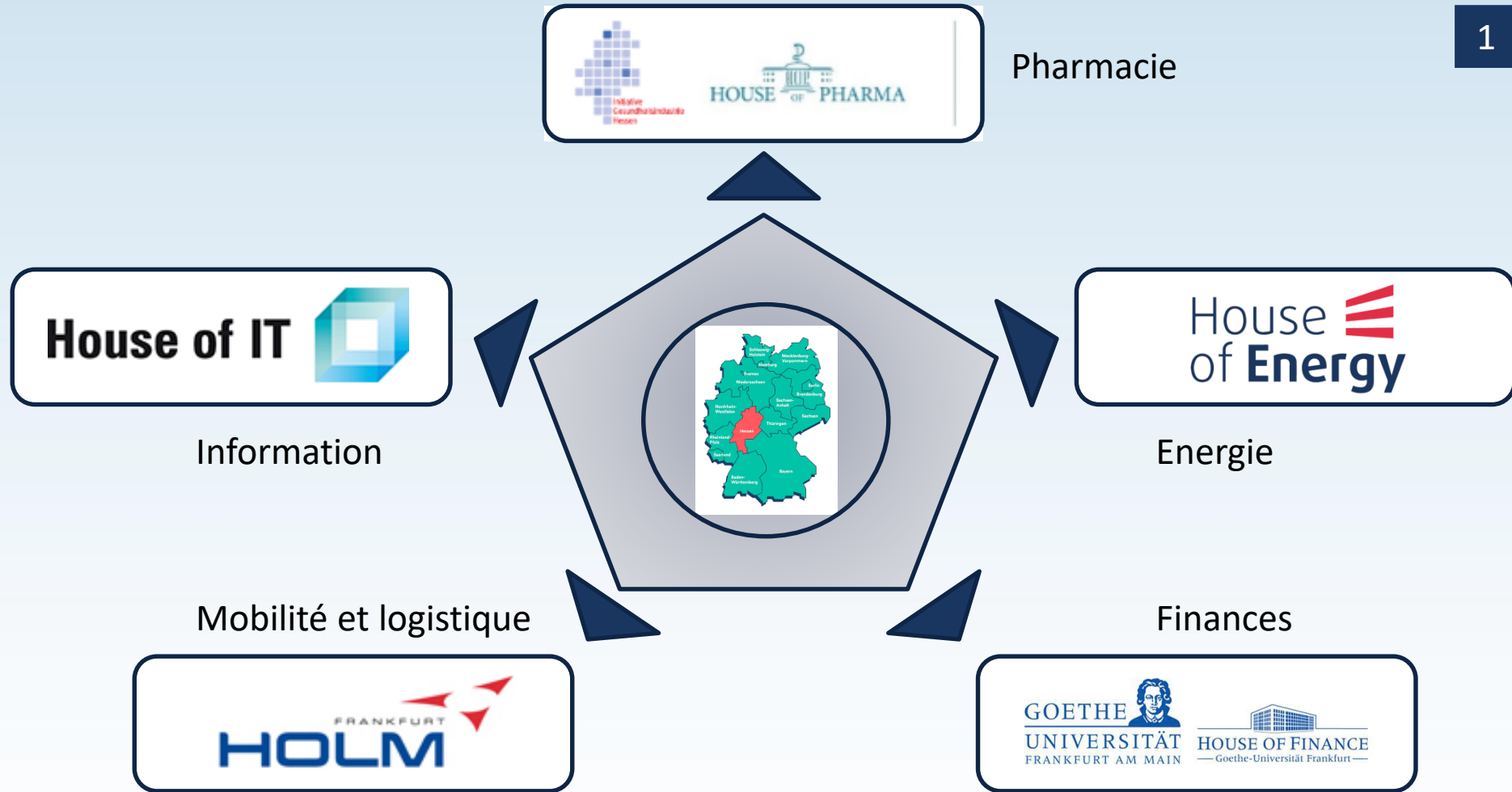
## **Sujets**

- 1. Le «House of Energy» du Land de Hesse**
- 2. La logique technique de la transition énergétique –  
«Energiewende»**
- 3. Le rôle spécifique de la méthanisation**

Bordeaux, le 24 octobre 2018

Pr. Dr.-Ing. Peter Birkner,  
Professeur honoraire Université de Wuppertal,  
Directeur général, House of Energy e.V., Kassel, Land de Hesse

# Le concept de «House of» reflète des sujets importants de la politique du Land de Hesse

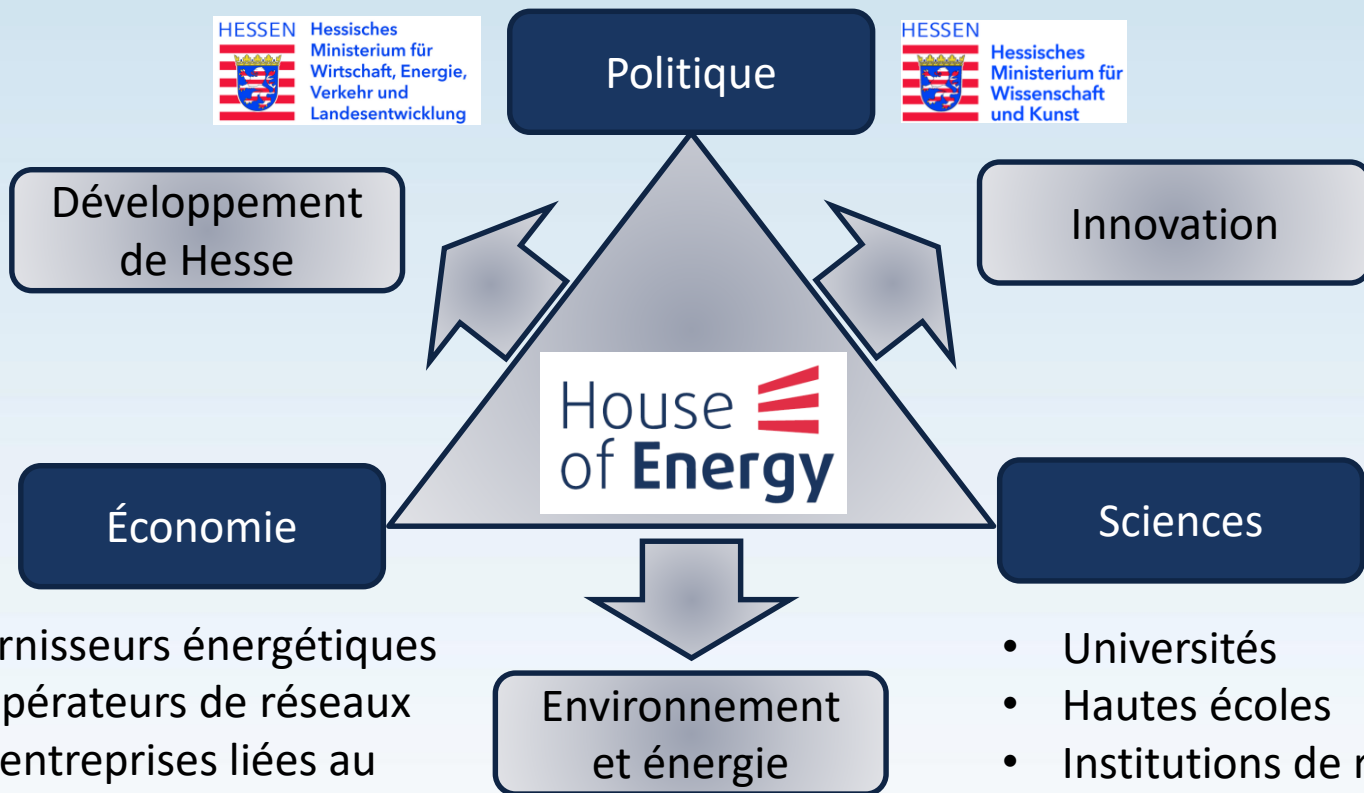


Agence Hesse «Hessenagentur HA»

Agence régionale de l'énergie «Landesenergieagentur LEA»



1



- Fournisseurs énergétiques et opérateurs de réseaux
- Les entreprises liées au domaine énergétique

- Universités
- Hautes écoles
- Institutions de recherche



**Groupe de réflexion et réseau transdisciplinaire**  
**Impulsions de la Hesse – Impulsions pour la Hesse**



## Impulsions

Identification des domaines thématiques  
Travail en tant que groupe de réflexion  
Initier et superviser les travaux de recherche scientifiques

## Projets

Aborder les questions d'économie  
Traduction en tâches scientifiques  
Conception de projets  
Modération et soutien de projets

## Réseaux

Coopération transdisciplinaire  
Tables rondes, ateliers, forums  
Salon de l'énergie, petit-déjeuner parlementaire

## Transfert

Communication des résultats du projet  
Formation académique continue  
Congrès, ateliers, dialogues, forums  
Publications, newsletter, site internet



1

**Pr. Dr.-Ing. Peter Birkner**

Téléphone: +49 561 / 95379 - 785

Courriel: p.birkner@house-of-energy.org

**House of Energy e.V.**

dans l'incubateur

«Science Park» à Cassel

La **compréhension** du système génère **des exigences**

La **technologie** crée des options de mise en **œuvre**

La **technologie** est basée sur **les matériaux**

L'**identification des tendances** donne la **direction**

Le **cadre juridique** influence la **faisabilité** et la **rentabilité**

L'**acceptation** détermine la **mise en œuvre**

House of Energy

# Trois raisons justifient un changement fondamental de l'économie et de la société

## Le climat est en train de changer –

La combustion de matières premières fossiles provoque des **émissions de dioxyde de carbone**, dioxyde que les plantes ont extrait de l'atmosphère en environ 50 millions d'années.

Cela conduit notamment à des **situations météorologiques extrêmes** ainsi qu'à une **augmentation du niveau de la mer**. Sont notamment menacées les zones de peuplement et les mégalopoles situées près de la côte.

**Les États-Unis et la Chine** jouent un rôle clé dans la décarbonisation.

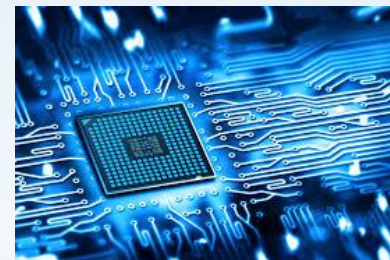
Les **matières premières fossiles** doivent être utilisées chimiquement.

## La technologie est en train de changer –

Les progrès dans les domaines de la **communication**, de la **mobilité** et de **l'énergie** mènent à des «**révolutions industrielles**».

## La transformation des systèmes énergétiques est rentable pour les pays importateurs de sources d'énergie –

L'arrêt des importations d'énergie financera à **moyen terme** la conversion des infrastructures énergétiques (électricité, chaleur et mobilité). Mais des **instabilités politiques** sont possibles dans les pays qui exportent de l'énergie.

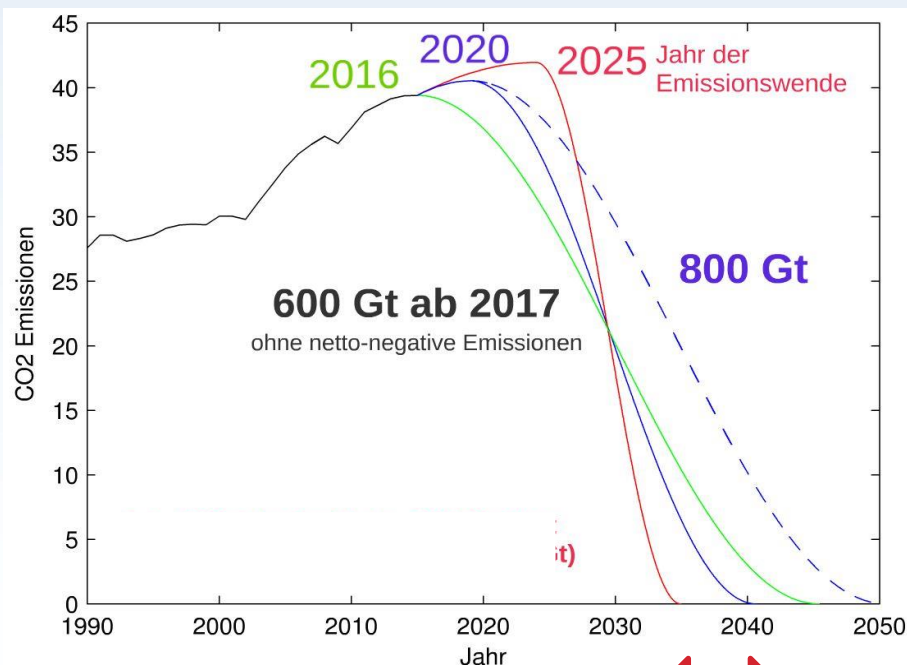


# La décarbonisation limite le changement climatique – Le début de la réduction des émissions est crucial

**Les changements négatifs observables** n'ont pas les mêmes effets sur les décisions individuelles et politiques que les **prévisions**.

Plus la **transformation du système énergétique** est retardée, plus elle devient extrême.

**Le CSC (captage et stockage du carbone)** est important dans le contexte mondial actuel (Chine, Inde).



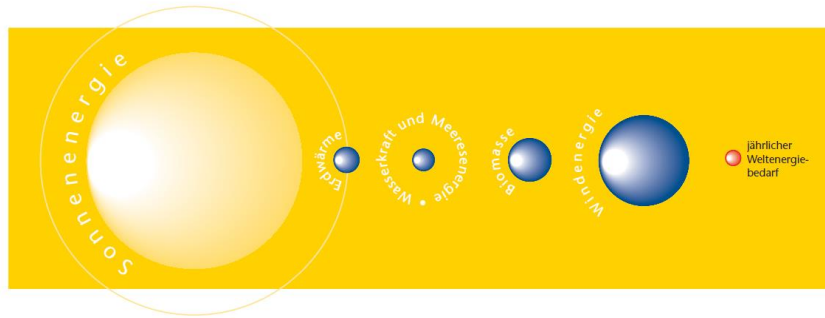
Combien de **temps** reste-t-il pour la transformation du système énergétique? En avons-nous assez, d'ici à 2050?

Quelles sont les conséquences pour **les infrastructures pétrolières et gazières existantes**?

Comment préparons-nous ces infrastructures pour **l'avenir**?

L'utilisation d'un budget d'émissions de CO<sub>2</sub> de 600 Gt à partir de 2017 conduira à une augmentation moyenne de la température mondiale de 1,5 K - 2,0 K

# La transition énergétique se concentre sur la puissance électrique et le système électrique



Les énergies renouvelables fournissent environ **20 000 fois** plus d'énergie que nécessaire pour satisfaire les besoins mondiaux.

(Dr. Nitsch, DLR)

2

Énergie suffisante, mais faible densité énergétique, volatilité et faible disponibilité

## Formes d'énergie dérivées:

- chimique
- thermique
- électrique

Transport et stockage de l'énergie

## Volatilité

prononcée du système électrique:

- Lieu
- Temps
- Amplitude

La transition énergétique se concentre sur la puissance électrique

## Stratégies de solution (structure, technologie):

### Réduire le problème:

- Diversité dans la production
- Efficacité, évitement
- **Production d'énergie renouvelable contrôlable**



### Maîtriser le problème:

- **Flexibilité en termes de temps et de lieu** (production, réseaux, consommation)
- **Couplage des secteurs (P2X)**
- **Structures cellulaires** (subsidiarité)





# Stockage de l'énergie – Densité énergétique de l'énergie mécanique, thermique et chimique



Contenu énergétique environ  
40 MJ

1 mètre cube d'eau environ  
4 000 m de hauteur

(Centrale de stockage à pompage d'eau)

1 mètre cube d'eau : 1.000 kg



≈ 40 MJ

Power 2 Mechanics

2



1 mètre cube d'eau  
environ chaleur +10 K

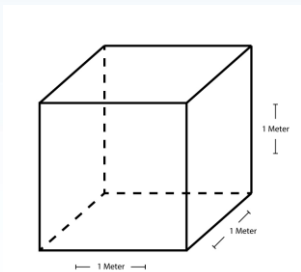
(Fourniture de chaleur)

1 mètre cube d'eau : 1.000 kg



≈ 40 MJ

Power 2 Heat



1 mètre cube de méthane  
(CH<sub>4</sub>) à pression normale

(La role de la chimie)

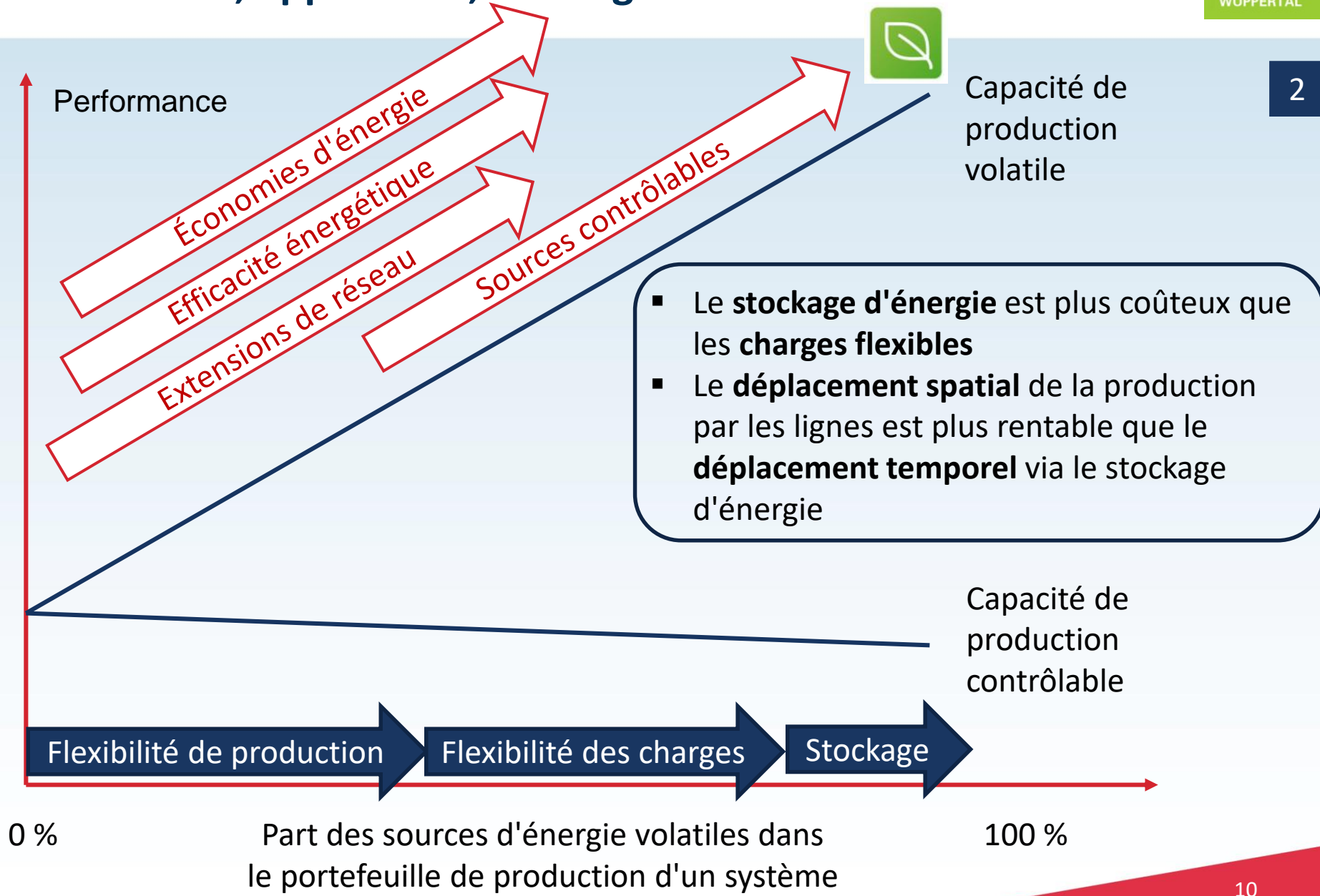
1 mètre cube de gaz : 0,7 kg (pression normale)



≈ 40 MJ

Power 2 Gas  
Power 2 Chemistry

# Contrôle de la puissance électrique – Production, application, stockage

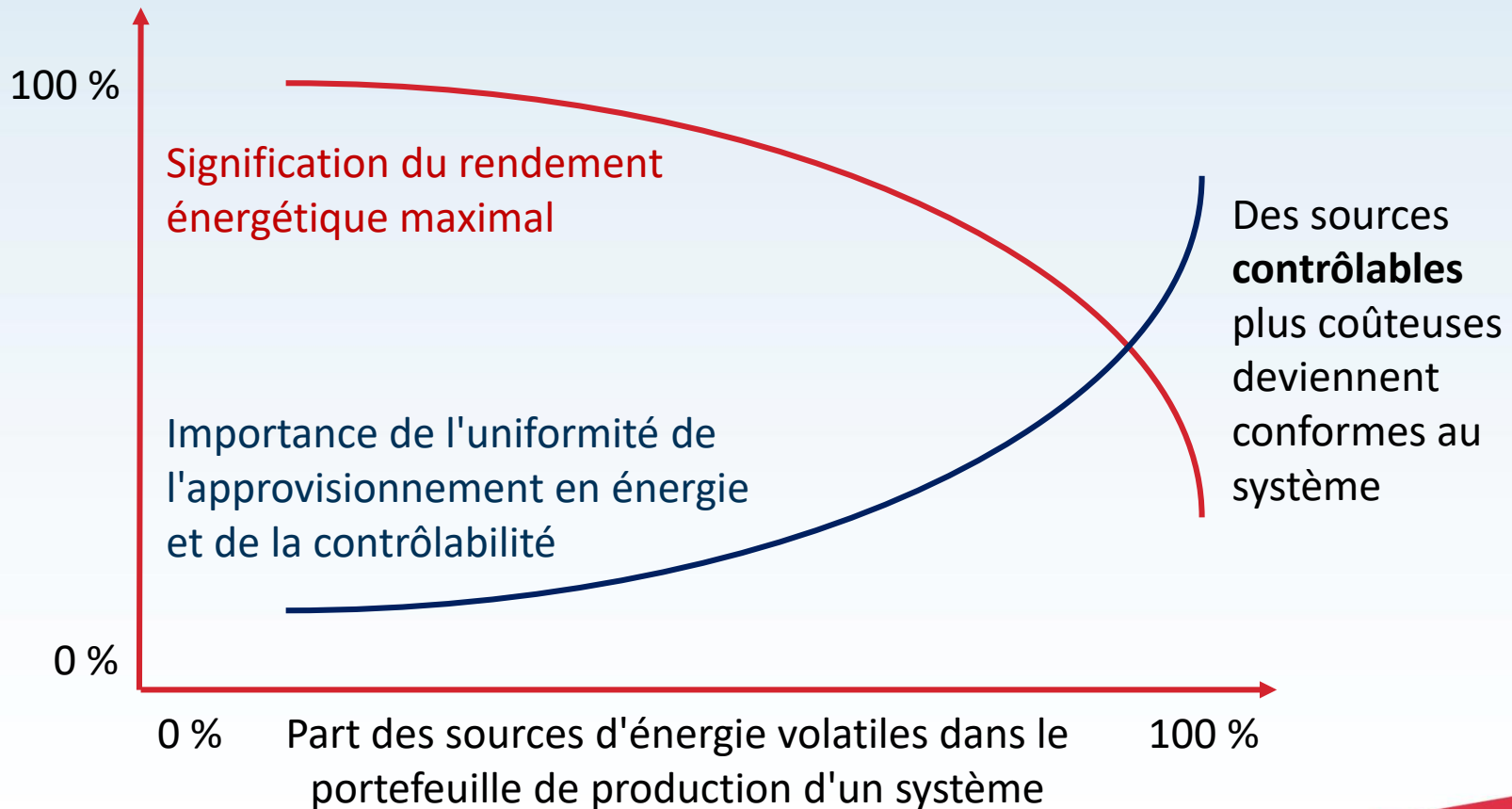


# La production équilibrée et contrôlée devient plus importante que la production d'énergie maximale

La diversification du parc d'installations réduit la volatilité de la production.

2

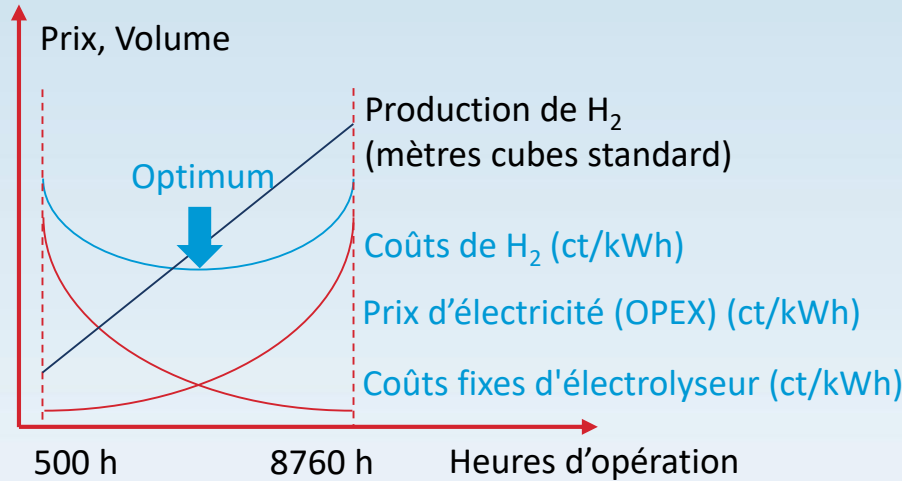
Sur le plan économique, il est plus facile d'accepter une production légèrement inférieure afin de réduire les besoins en capacité de stockage.



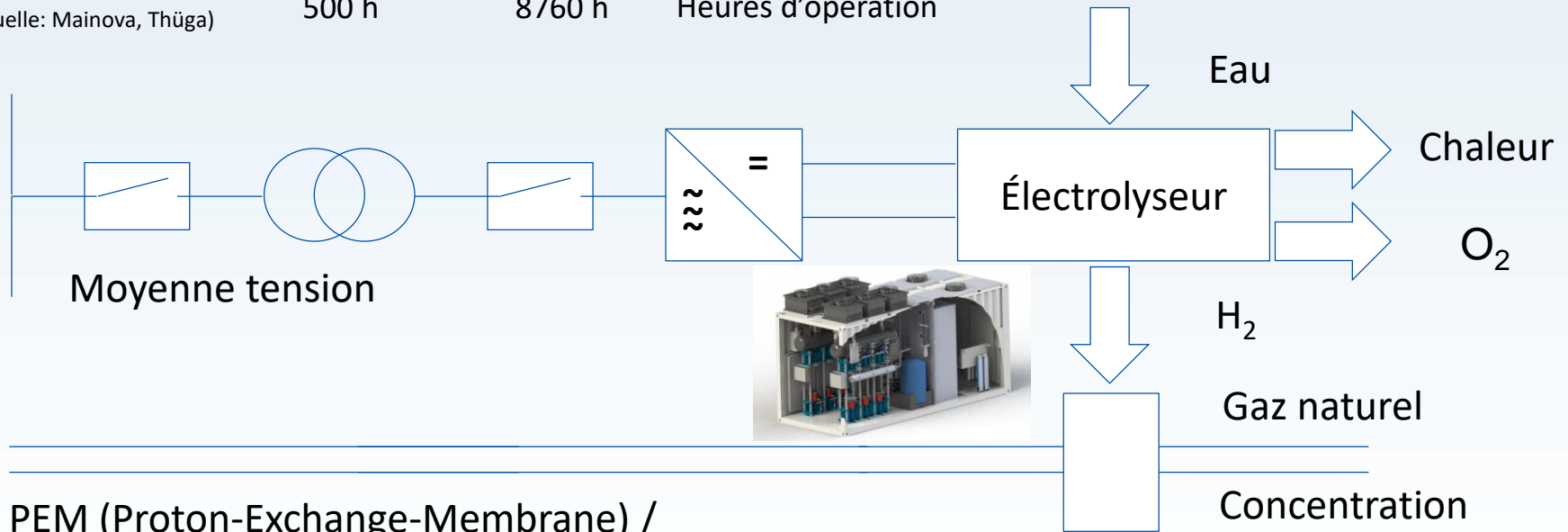
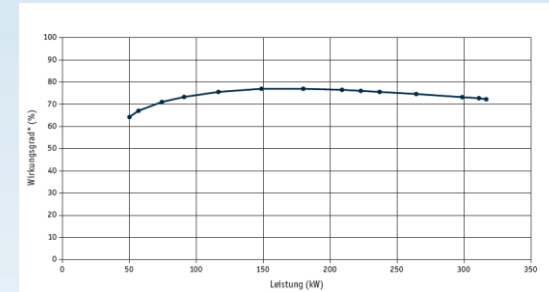
# Power to Gas – Le couplage des secteurs électricité, gaz et chaleur – Le projet de démonstration à Francfort



(Quelle: Mainova, Thüga)



Efficacité ≈ 77 %



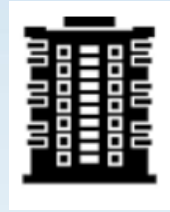
PEM (Proton-Exchange-Membrane) /  
MEP (Membrane échangeuse de protons):  
60 m<sup>3</sup> H<sub>2</sub> par heure (180 kW); 320 kW puissance électrique

# Les nombreuses facettes de la transition énergétique – Utilisation adaptative et situationnelle de la technologie

Maison



Immeuble



Commerce



Industrie



Transport de passagers



Transport de marchandises



Navigation maritime



Transport aérien



Réseaux délimités  
(par exemple des  
parcs industriels)



## Régions

Utilisation adaptative des technologies conformément au principe de subsidiarité technique :

- Systèmes solaires
- Centrales éoliennes
- Biomasse
- Installations de cogénération
- Batteries
- Power 2 Heat
- Power 2 Gas
- Power 2 Chemistry
- Isolation
- Récupération de la chaleur
- ...



# Biomasse et cultures énergétiques – Conditions générales

## Définition de la biomasse (directive européenne sur les énergies renouvelables)

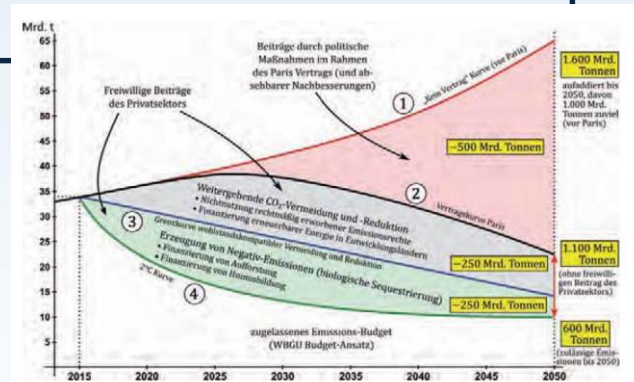
3

La biomasse est la **fraction biodégradable** des produits, déchets et résidus provenant de l'agriculture d'origine biologique, de la foresterie et des industries connexes, y compris la pêche et l'aquaculture. Selon cette définition, la partie biodégradable des **déchets industriels et ménagers** appartient également à la biomasse.

## Utilisation des cultures énergétiques

Solde de la biomasse renouvelable et  
la biomasse récoltée

L'accumulation de biomasse réduit la teneur  
en dioxyde de carbone dans l'atmosphère



M. J. Worms, F. J. Radermacher (Hrsg.), Klimaneutralität - Hessen 5 Jahre weiter, DOI 10.1007/978-3-658-20606-2\_5, © Springer Fachmedien Wiesbaden 2018

## Surface disponible pour les cultures énergétiques en Allemagne

2,4 millions d'hectares (2016 – 11,4 % de la surface agricole)

4,2 millions d'hectares (2030 – 20,0 % de la surface agricole)

# Technologies de méthanisation – Énergie chimique issue de la biomasse

## Production et utilisation de biogaz ( $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 + \text{X}$ )

3

### Fermentation humide

Matériaux de masse homogène, à mélanger avec un niveau élevé d'eau

### Fermentation sèche

Matériaux empilables, perméables



**Traitement** et utilisation de la cogénération (électricité et chaleur) **sur site**

**Traitement et alimentation de haute qualité du réseau public de gaz naturel**

- Effet catalyseur
- Effet biologique (Archea) en combinaison avec l'ajout de  $\text{H}_2$  (hydrogène)

## Production de biogaz et d'huiles (hydrocarbures à longue chaîne)

### La pyrolyse

- **Les solides organiques de toute sorte** (y compris les boues d'épuration et pneus usés)
- **Biomasse contaminée par du plastique**



# Mobilité – Nature et rôle des sources d'énergie

Transport par réseau – train, tramway, trolleybus – « électricité »

Transport hors réseau – « électricité et produits chimiques »

Voiture

Bus

Camion

Train

Navire

Avion

«Électricité»  
 $e^-$

Hydrogène – Méthane – Alcool

«Chimie»  
Kérosène

«Infrastructure de distribution»

«Technologie de fabrication»

**Distribution des sources d'énergie** : infrastructure de réseau, contrôle des puissances

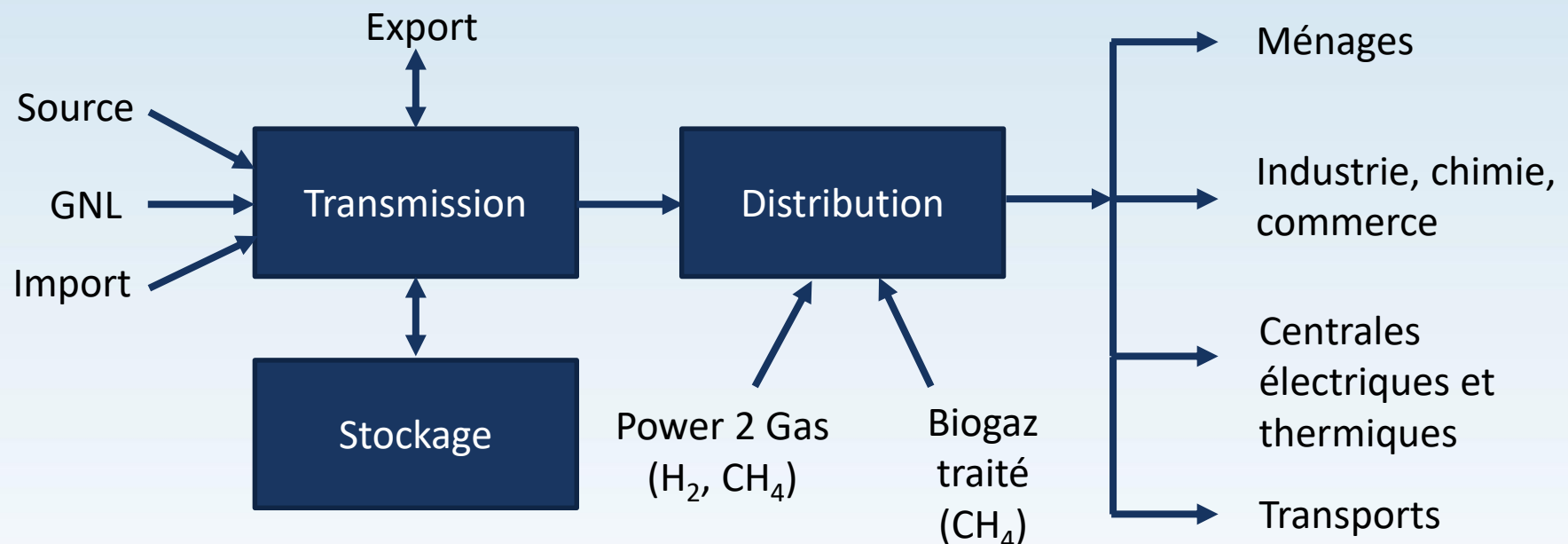
**Production de composés chimiques** : dioxyde de carbone pur, infrastructure de synthèse, surpression de gaz, refroidissement ou liquides



# Système de gaz naturel – Systématique et développement – Adaption d'infrastructure

Système global homogène – fossile – la décarbonisation affecte aussi le gaz naturel

3



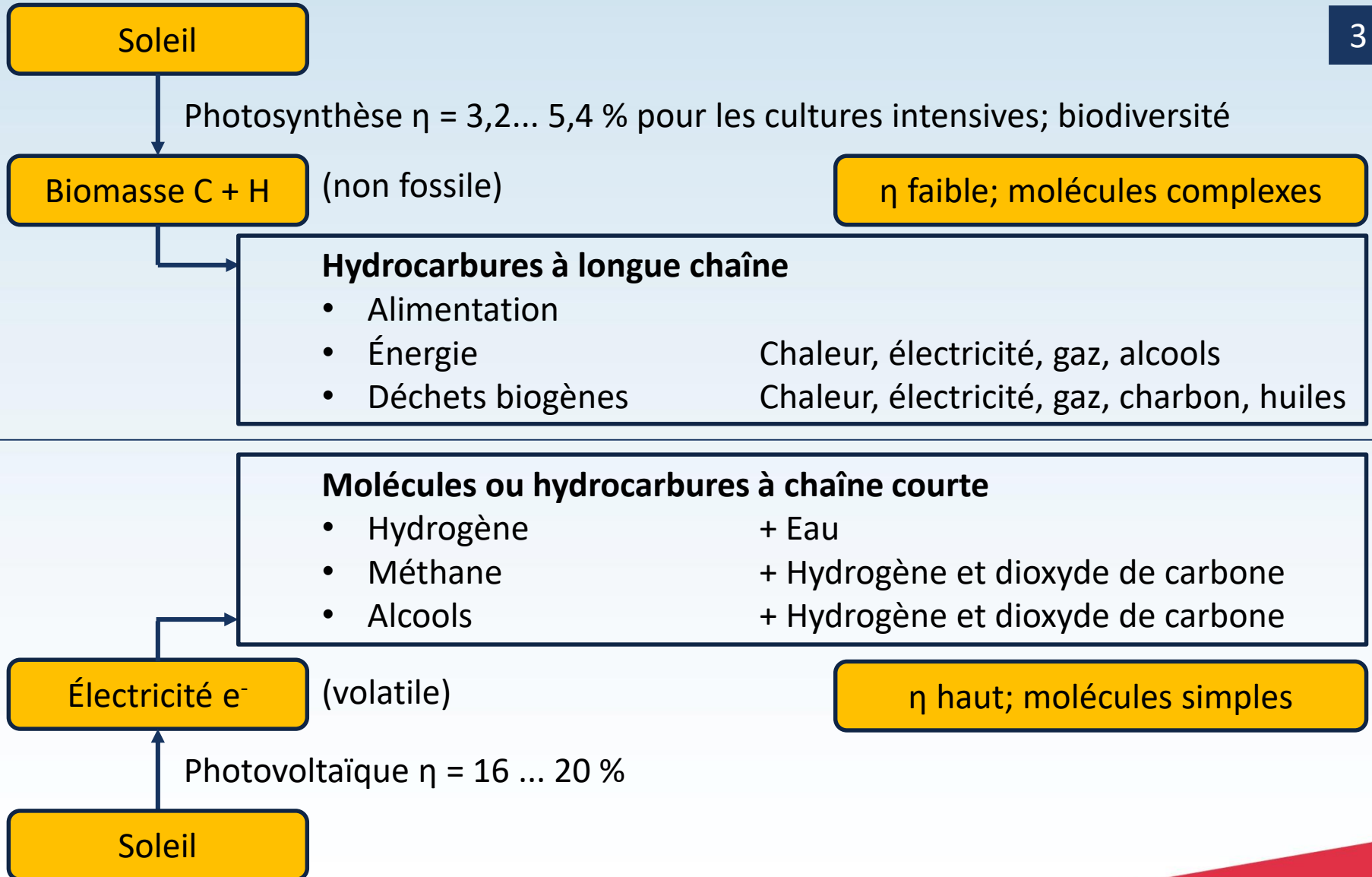
L'avenir: des systèmes décentralisés à particules – régénératifs – cellules d'énergie

Systèmes parallèles à base de réservoirs (par exemple d'alcool)

-50% ... -60%  
de gaz

Raccordements point à point à qualité de gaz variable (économie de traitement) pour l'alimentation de moteurs à combustion contrôlables (cogénération et système de chauffage, turbines à gaz pour le support de réseau)

# Technologies – Efficacité et produits – Utilisation chimique versus source d'énergie contrôlable



# Résumé et conclusions du rôle et de l'utilisation de la biomasse – Plusieurs aspects

1. La biomasse est construite avec un degré d'**efficacité relativement faible**.  
Il s'agit de trouver un équilibre entre la production **d'énergie** et la production **alimentaire**.

Monocultures et **biodiversité** ne sont pas nécessairement compatibles.

➔ **Rôle particulier des déchets biogènes**

2. La biomasse est constituée d'**hydrocarbures à longue chaîne**.  
La fermentation ou la combustion n'utilisent pas ces structures.

➔ **Utilisation préférentielle des propriétés chimiques de la biomasse**

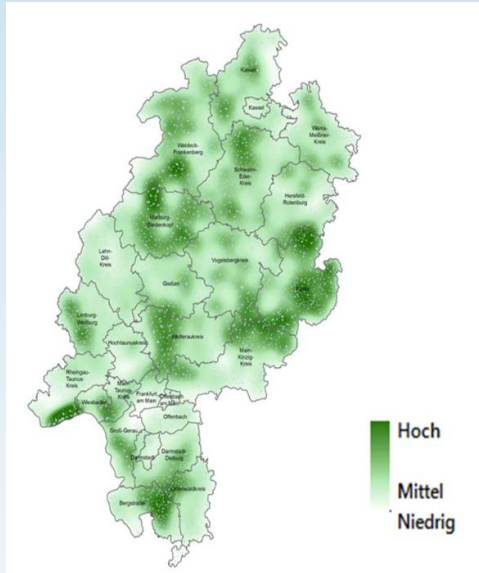
3. Le biogaz permet l'utilisation de **centrales électriques décentralisées et contrôlables**

➔ **Rôle important du biogaz**

4. Le biogaz peut être utilisé **dans un paysage systémique pluraliste et décentralisé**. Il supporte **des structures cellulaires**. **Des sous-réseaux avec des qualités de gaz spécifiques** peuvent être mis en place.

➔ **Changement des structures techniques**

# Informations sur la Hesse – Agriculture



## 16.300 landwirtschaftliche Betriebe davon

- 4.900 Haupterwerber
- 9.800 Nebenerwerber
- 1.500 Personengesellschaften
- 100 juristische Personen

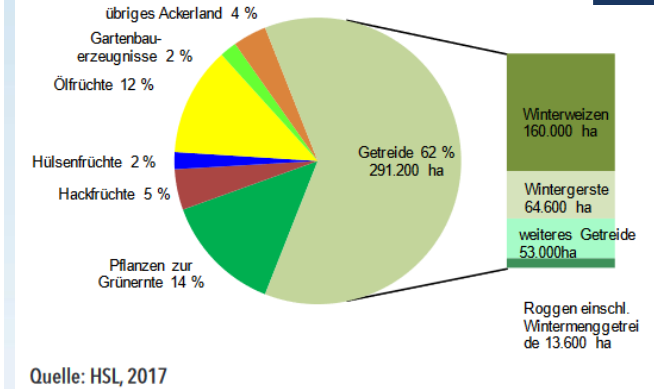
## 767.300 ha landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF) darunter

- 466.800 ha Ackerland
- 294.300 ha Grünland
- 6.200 ha Dauerkulturen

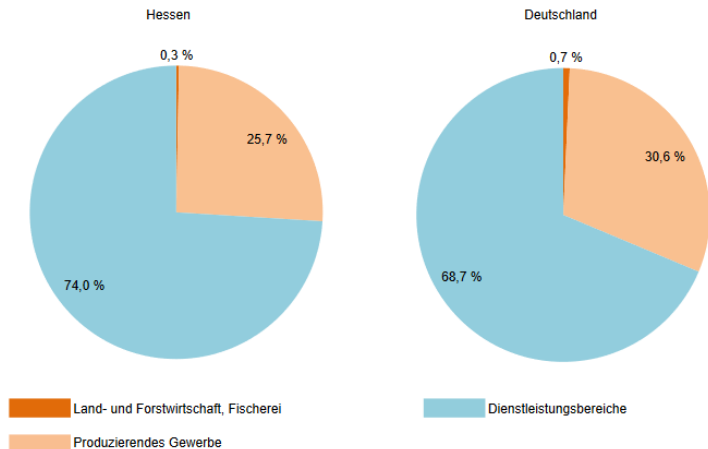
Durchschnittliche Betriebsgröße aller Betriebe: 47,2 ha

Quelle: HSL, ASE 2016

3

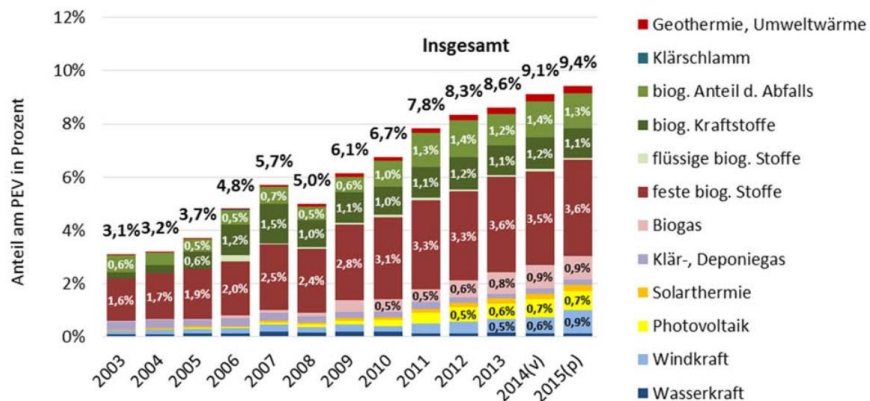


Bruttowertschöpfung in jeweiligen Preisen in Hessen und Deutschland 2017 nach wirtschaftlicher Gliederung

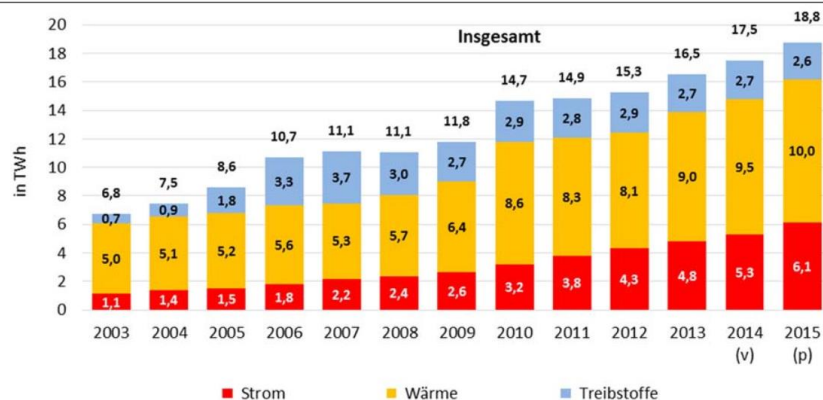


L'agriculture en Allemagne et en Hesse joue un rôle important, mais ne contribue que marginalement à la valeur ajoutée brute.

# Informations sur la Hesse – Rôle des énergies renouvelables



Quelle: HSL 2016a, IE-Leipzig 2016a; 2014 (v) = vorläufig, 2015 (p) = Prognose.



Quelle: HSL 2016a, IE-Leipzig 2016a; 2014 (v) = vorläufig, 2015 (p) = Prognose.

Energiewende in Hessen – Monitoringbericht 2016

Energiewende in Hessen – Monitoringbericht 2016

3

**Demande d'énergie primaire**  
(2015: 244 TWh – 100 %)

Part des sources d'énergie renouvelables  
(2015: 22,9 TWh – 9,4 %)

**Demande d'énergie finale**  
(2015: 222 TWh – 100 %)

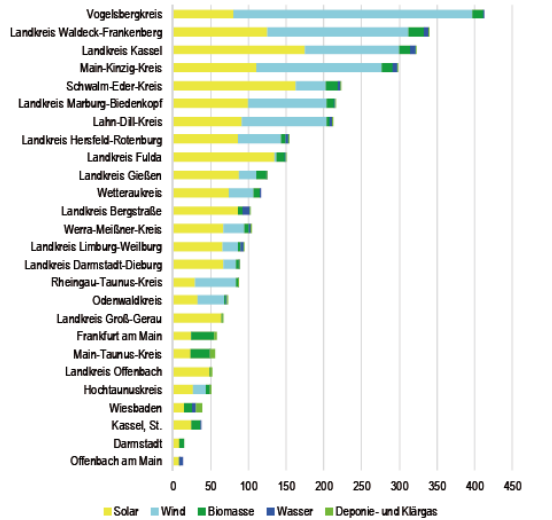
Part des sources d'énergie renouvelables  
(2015: 18,8 TWh – 8,5 %)

**Electricité, chaleur, mobilité**

L'objectif politique de la Hesse est de couvrir 100 % de la demande énergétique finale par des énergies renouvelables d'ici 2050.

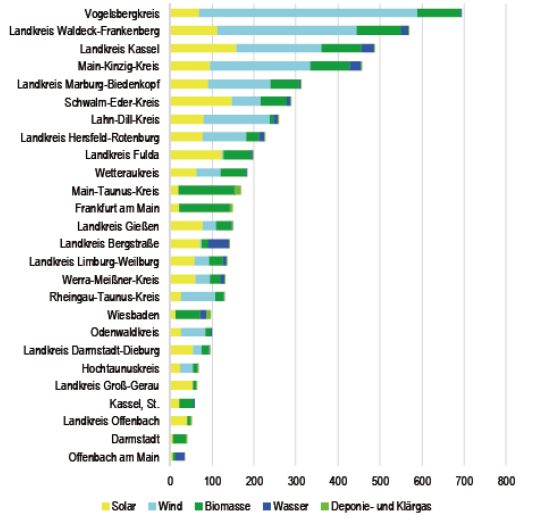
# Informations sur la Hesse – Utilisation et potentiel du biogaz – Électricité

A 1.1: Installierte elektrische Leistung in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten am 31.12.2015 nach erneuerbaren Energieträgern in MW



Quelle: ENetZA 2016b, ENetZA 2016c, ÜNB 2015, Bereinigungen der Hessen Agentur.

A 1.2: Erzeugte Strommengen in den hessischen Landkreisen und kreisfreien Städten im Jahr 2015 nach erneuerbaren Energieträgern in GWh



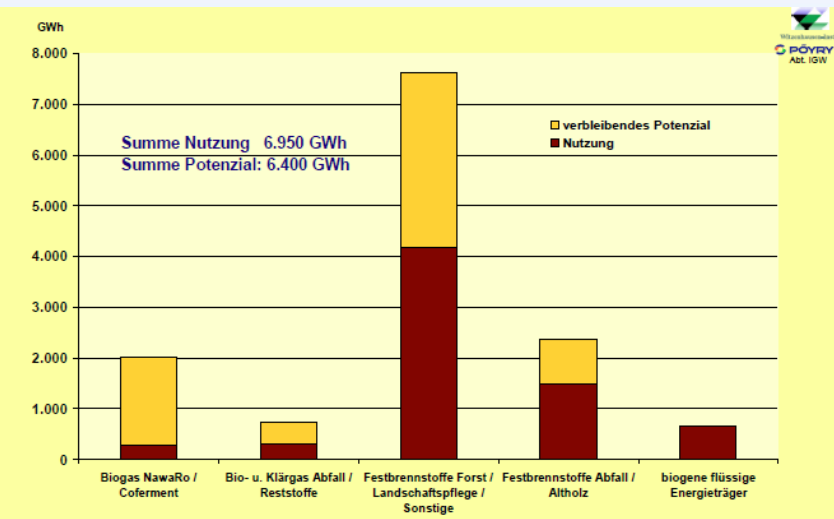
Quelle: IE-Leipzig 2016b.



3

La biomasse permet une production d'énergie électrique élevée à faible puissance. Cela stabilise le système.

La biomasse contribue actuellement à hauteur d'environ 7 TWh à la demande énergétique finale en Hesse. Une augmentation à environ 10 TWh dans les années à venir est possible.



Biomassepotenzialstudie Hessen – Stand und Perspektiven der energetischen Biomassennutzung in Hessen

# Chiffre clés 2016 – La méthanisation en Nouvelle-Aquitaine – 84.000 km<sup>2</sup>

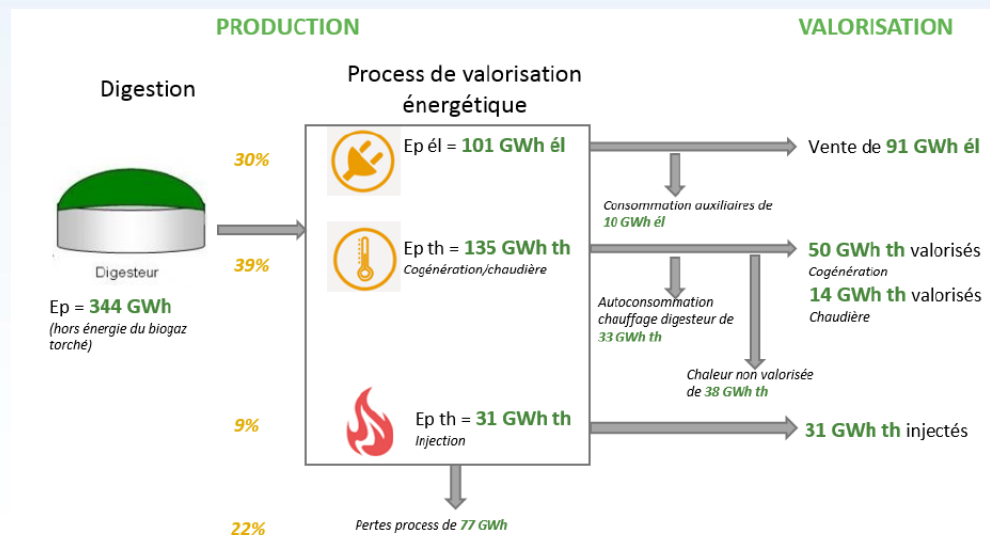
- Unités de méthanisation agricole – 24
- Unités de méthanisation industrielle – 17
- Stations d'épuration des eaux usées (STEP) – 5
- Unités de méthanisation territoriale – 4
- Unité de traitement des Ordures Ménagères Résiduelles après Traitement Mécano-Biologique – 1

Près de 1.200.000 tonnes de substrats méthanisés (effluents agricoles, matières végétales, déchets d'industries agro-alimentaires, biodéchets, déchets d'assainissement)

- Unités en cogénération – 32
- Unités en valorisation chaudière – 18
- Unité en injection – 1

344 GWh primaires produits

- dont **91 GWh** électriques vendus
- dont 64 GWh thermiques valorisés (cogénération, chaudière)
- dont 31 GWh thermiques injectés



# Chiffre clés 2015 / 2016 – La méthanisation en Hesse – 21.000 km<sup>2</sup>

Unités de méthanisation agricole + de méthanisation territoriale – 182

Stations d'épuration des eaux usées STEP – 11

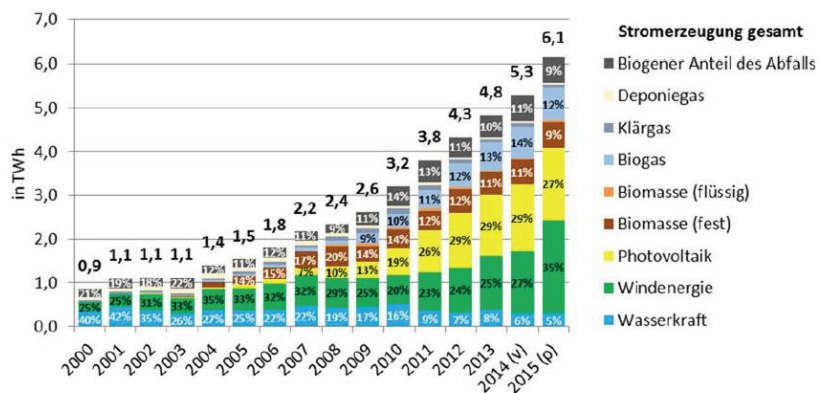
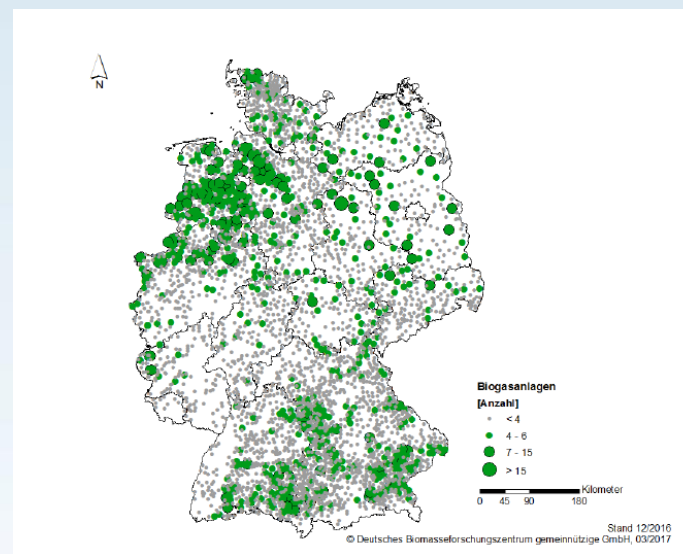
Unités de méthanisation industrielle + de traitement des Ordures Ménagères Résiduelles après Traitement Mécano-Biologique – 9

Unités en cogénération – 167

Unités en valorisation chaudière – 35

Unités en injection – 5

Puissance électrique installée – 97,3 MW  
correspond à **2.013 GWh (2,0 TWh)** électriques  
vendus



Quelle: HSL 2016a, IE-Leipzig 2016a; 2014 (v) = vorläufig, 2015 (p) = Prognose.

Energiewende in Hessen – Monitoringbericht 2016

37,3 TWh demande d'électricité brut  
en Hesse

dont 20,1 TWh importation (de RFA)  
dont 17,2 TWh génération en Hesse,  
y compris **6,1 TWh** d'énergie renouvelable



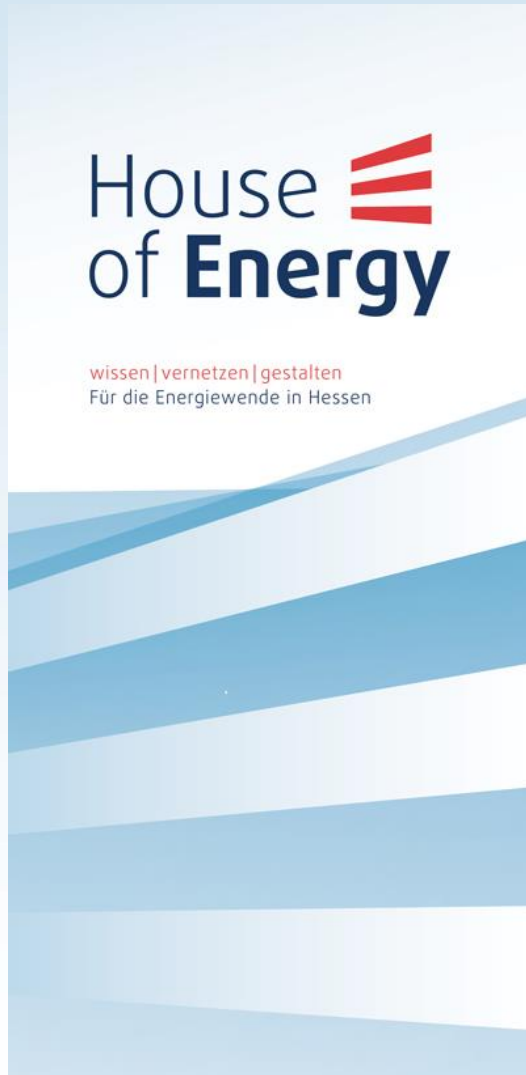
## Loi sur les énergies renouvelables (RFA) – Électricité et chaleur

3

### Promotion de l'utilisation de la biomasse énergétique et matérielle (Hesse)

- **Installations de combustion de biomasse** avec alimentation automatique, déjà commercialisables pour la fourniture de chaleur centrale de 30 kW (jusqu'à 200.000 €)
- **Réseau de chauffage** (jusqu'à 100.000 €)
- **Concept** de mise en œuvre (jusqu'à 25.000 €)
- **Projets de recherche et développement** (jusqu'à 50 %)
- **Projets pilotes et de démonstration** (jusqu'à 50 %)
- **Activités de formation et d'information**, matériel d'information, autres projets qui soutiennent l'objectif d'utilisation de matières premières renouvelables (jusqu'à 200.000 €)





**savoir | relier | organiser**

Pour la transition énergétique en Hesse

[www.house-of-energy.org](http://www.house-of-energy.org)

[p.birkner@house-of-energy.org](mailto:p.birkner@house-of-energy.org)

# CV – Peter Birkner

Prof. Dr.-Ing Peter Birkner is Honorary Professor at Bergische Universität Wuppertal in Germany. He is teaching at the Chair of Electrical Energy Supply Systems and he is focusing on the technical options for the efficient and effective establishment of energy systems based on renewables. He is tutoring master and doctoral thesis.

Since March 1, 2016 Prof. Birkner is managing director of the House of Energy e.V. which is a think tank and competence centre as well as a transdisciplinary communication and coordination platform. The intension of House of Energy is to foster the turnaround in energy strategy – Energiewende – in the federal state of Hesse. Therefore, it is closely cooperating with the regional government. The institution is focusing on the cooperation between state, science, companies and utilities with respect to research and development in the energy sector. It is initiating, tutoring and mentoring R&D projects and takes care about the transfer of the results into science and practice.



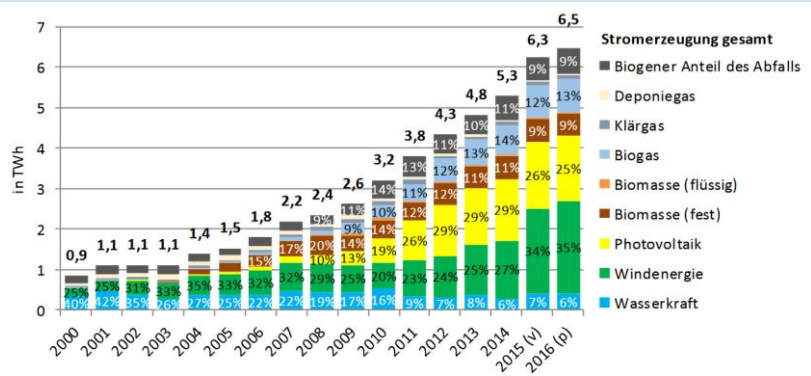
He is chairman of the expert group “Environment and Energy” within the German Council of Economy in the federal state of Hesse. Prof. Birkner is member of the German National Cired Committee and the Energy Academy. Furthermore, he is member of numerous advisory councils of start-up companies as well as renowned international companies and research centres. He is also co-owner of start-ups.

Prof. Birkner studied electrical engineering (Dipl.-Ing.) and holds a Dr.-Ing. – PhD – degree from Technical University Munich and worked for 8 years as guest professor at the Technical University Kosice, Slovakia.

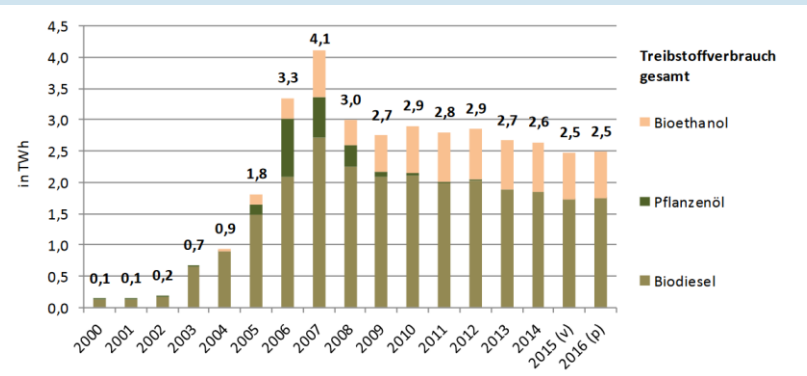
He has a nearly 30 years’ experience in leading positions in regional and municipal utilities in Germany and the EU. At Eurelectric, Brussels he chaired for many years the DSO Committee, he has been member of the board of the Society for Energy Technology (ETG) within VDE and he has been member of the board of the Association of District Heating (AGFW).

He has published about 100 papers – scientific and popular science papers – and contributed to several books. Currently, he is working on his book “Transformation of the Energy System”. He is frequently lecturing in Germany, the EU and the USA. His field of interest is the design of future sustainable energy system, its interaction with IT, the options of new materials and the acceptance of society with respect to the fundamental changes.

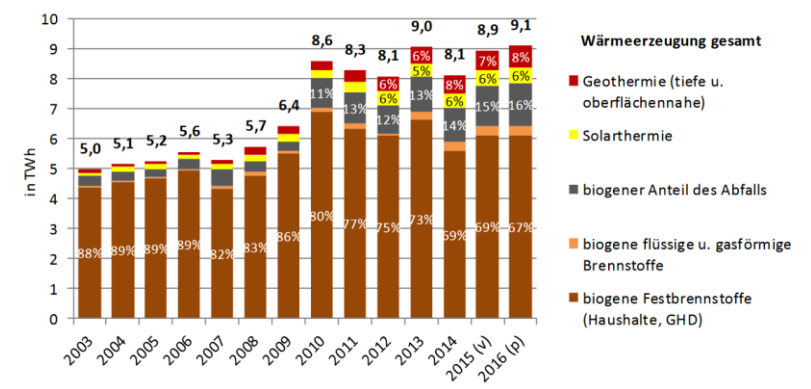
# Chiffre clés 2016 – Les énergies renouvelables en Hesse



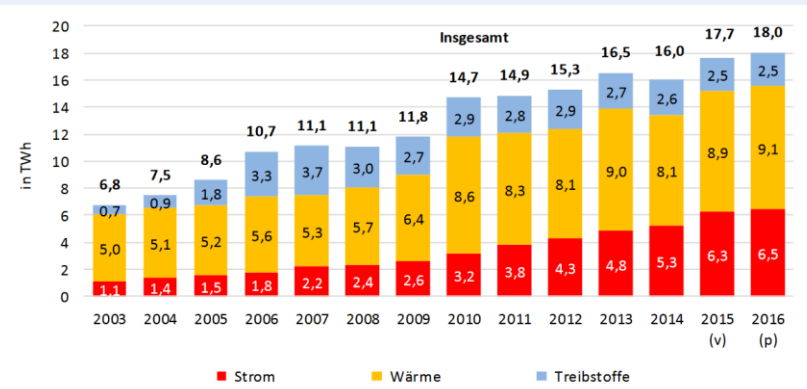
Quelle: HSL 2017a, IE-Leipzig 2017a; 2015 (v) = vorläufig, 2016 (p) = Prognose.



Quelle: HSL 2017a, IE-Leipzig 2017a; 2015 (v) = vorläufig, 2016 (p) = Prognose.



Quelle: HSL 2017a, IE-Leipzig 2017a; 2015 (v) = vorläufig, 2016 (p) = Prognose.



Rundungsbedingt kann es zu geringfügigen Abweichungen in den Summen kommen.

Quelle: HSL 2017a, IE-Leipzig 2017a; 2015 (v) = vorläufig, 2016 (p) = Prognose.

Électricité, chaleur, carburant et électricité, chaleur et le rôle spécifique de la biomasse