

Interreg

Grande Région | Großregion

PtH4GR²ID

Fonds européen de développement régional | Europäischer Fonds für regionale Entwicklung

Aktion 3 (Teil 2)

Aktuelle Situation in der Großregion

Abschlussbericht

Vom EFRE gefördertes EU-Projekt:

**Power to Heat for the Greater Region's Renewables Integration and Development –
PtH4GR²ID**

Projektreferenznummer: 031-4-09-004

**GECT- Autorité de Gestion Programme Interreg VA Grande Région, Secrétariat Conjoint, 11,
bd. J.F. Kennedy, L-4170 Esch-sur-Alzette**

Projektkoordinator:
Université de Liège
Building Energy Monitoring and Simulation
Professor Philippe André
Place du XX Août, 7
B-4000 Liège
Tel: +32 (0)63 23 08 58
E-Mail : p.andre@ulg.ac.be

Inhaltsverzeichnis

1. Motivation.....	4
2. Ziele der Aktion	4
3. Teilnehmende Partner.....	5
4. Methodik	5
5. Ergebnisse.....	6
5.1. Untersuchung der Spannungsebenen in der GR.....	6
5.2. Untersuchung der Verbindungen zwischen den vier Ländern der GR.....	6
5.3. Netzverstärkende Maßnahmen	7
5.4. Untersuchung der installierten erneuerbaren Leistung in der GR.....	7
5.5. Untersuchung der Stromnachfrage	8
5.6. Strommarktuntersuchung und grenzüberschreitende Stromflüsse.....	9
6. Zusammenfassung.....	10
7. Publikationen.....	10

1. Motivation

Vor dem Hintergrund des Klimawandels und der daraus folgend angestrebten Minimierung von CO₂-Emissionen hat sich die Großregion (GR) das Ziel von 15,2% Regenerative Energien (RE) am Gesamtenergieverbrauch bis zum Jahre 2023 gesetzt. Dies erfordert neben dem Ausbau regenerativer Erzeugungsanlagen auch die Wärmewende. Dazu müssen Heizsysteme auf Basis fossiler Brennstoffe für die Bereitstellung von Heizenergie (Heizwärme, Warmwasser) durch umweltfreundlichere Technologien substituiert werden. Damit soll die Nachhaltigkeit gefördert und die Umweltbelastung im Rahmen der wirtschaftlichen und räumlichen Entwicklung der Großregion verringert werden.

Der Einsatz von stromgeführten, reversiblen Wärmepumpen in Kombination mit Speichern ist nicht nur eine Maßnahme zur Unterstützung der Wärmewende, sondern bietet zusätzlich die Möglichkeit einer zeitlichen Anpassung des Stromverbrauches an die fluktuierende Erzeugung aus RE. Somit kann zu Zeiten hoher regenerativer Erzeugung Strom in thermischen Energiespeichern zwischengespeichert und der Anteil von RE am Gesamtenergieverbrauch gesteigert werden. Da sowohl der Klimawandel als auch der Ausbau der RE keine regionale sondern internationale Herausforderungen darstellen, ist eine länderübergreifende Zusammenarbeit unabdingbar.

2. Ziele der Aktion

In dieser Aktion wird die derzeitige Situation in der Großregion in Bezug auf zwei für das Projekt wichtige Aspekte identifiziert und darüber berichtet:

- Teil 1: Die geographische Einsatzverteilung von Heizungsanlagen, hauptsächlich Wärmepumpen (Marktdurchdringung, Typen von Wärmepumpen, Markttrends, technologische Entwicklungen, Kapazitäten der Installateure, etc.),
- Teil 2: Die aktuelle Stromnetzsituation: bestehende Übertragungsstrassen, Verteilnetze, Marktorganisation, Verbindung zwischen den Ländern der Großregion, Entwicklung der Stromnetzsituation (Erhebung von Daten bzgl. getroffener Maßnahmen in den letzten Jahren zur Stabilisierung des Stromnetzes, Anteil der erneuerbaren Erzeugung, Entwicklung der Stromnachfrage in den verschiedenen Ländern, etc.).

Dieser Bericht bezieht sich auf den zweiten Teil und enthält lediglich die Ergebnisse der Subaktion 3.2. Die Subaktion 3.1 wird vom Projektpartner ULg/BEMS verantwortet und ist Gegenstand eines anderen Berichtes.

3. Teilnehmende Partner

Der Lehrstuhl ESEM der Technischen Universität Kaiserslautern ist verantwortlich für den zweiten Teil der Aktion 3 (Unteraktion 3.2) und wird von folgenden Projektpartnern unterstützt:

- ULg/BEMS;
- Uni.lu.;
- VSE;
- ENOVOS;
- STIEBEL ELTRON;
- DTC.

4. Methodik


Diese Unteraktion bildet die Basis für die Aktion 10 und 16. Im Rahmen dieses Arbeitspaketes wird eine Metastudie durchgeführt, um die aktuelle und zukünftige Situation der Stromnetze in der Großregion zu ermitteln.

Zur Erfassung der gegenwärtigen Situation wird sowohl auf statistische Daten als auch auf Informationen der Netzbetreiber und Verbände zurückgegriffen. Zukünftige Entwicklungen werden auf der Basis von Studien zum Netzausbau und der energiepolitischen Rahmenbedingungen auf nationaler und europäischer Ebene erfasst. Details zu den Datenquellen sind in den nachfolgenden Abschnitten bei der Ergebnisdarstellung angegeben.


Bei Statistiken oder Daten, welche nicht regional aufgeschlüsselt werden können, wird mit einem Durchschnittswert des gesamten Landes gerechnet bzw. eine Gewichtung mit der jeweiligen Fläche des Landes, die Teil der Großregion ist.

5. Ergebnisse

5.1. Untersuchung der Spannungsebenen in der GR



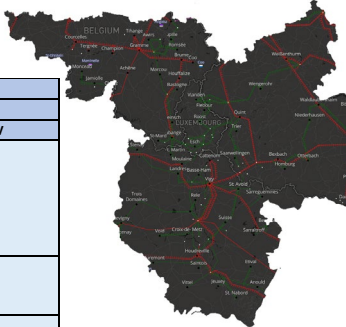
ES+EM
Energy Systems +
Energy Management



**TECHNISCHE UNIVERSITÄT
KAISERSLAUTERN**

Voltage levels in the GR

	Voltage Level in [kV]*		
	LV	MV	HV
	Un < 1 kV	1 kV ≤ Un ≤ 36 kV	Un > 36 kV
Belgium	0.4	5,5	70
		6	110
		10	150
		11	220
		15	380
		36	
Germany	0.4	10	110
		20	220
		30	380
France	0.4	15	63
		20	90
		33	150
			220
Luxemburg	0.4	5	65
		20	220




Source: www.entsoe.eu


* Voltage levels according to European standardization bodies CEN/CENELEC
 Source: ENTSOE, Creos, Synergrid, Eurelectric, RTE, Elia

10.10.2017
Anes Benzarti, Stephan Röhrenbeck
P4H4GR²ID – 4th Consortium Meeting
3

5.2. Untersuchung der Verbindungen zwischen den vier Ländern der GR



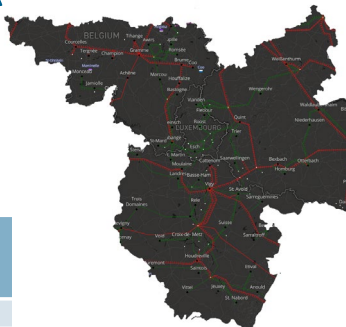
ES+EM
Energy Systems +
Energy Management



**TECHNISCHE UNIVERSITÄT
KAISERSLAUTERN**

Interconnections in the GR

- No interconnections on the LV and MV levels
- No public network interconnections between
LU ↔ FR and DE ↔ BE on the HV level



Source: www.entsoe.eu

Interconnections			Number of Transmission lines 380 kV	Number of transmission lines 220 kV
Germany	↔	Luxemburg	0	2
Germany	↔	France	3	2
Germany	↔ ¹	Belgium	0	0
France	↔ ²	Luxemburg	0	0
France	↔	Belgium	2	2
Belgium	↔ ³	Luxemburg	0	2


Source: www.entsoe.eu


Interconnections in the Greater Region – Status 2017

¹ DC line is under construction
² 150 kV Providing the industrial zone in Sotel (ArcelorMittal)
³ 2 x 220 kV Providing the industrial zone in Sotel / 2 x 220 kV between Aubagne and Bascharge is planned

10.10.2017
Anes Benzarti, Stephan Röhrenbeck
P4H4GR²ID – 4th Consortium Meeting
4

5.3. Netzverstärkende Maßnahmen


Energy Systems +
Energy Management

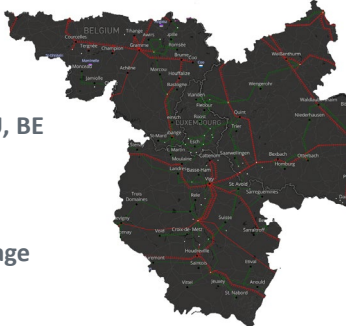

TECHNISCHE UNIVERSITÄT
KAISERSLAUTERN

Undertaken measures

- **Transmission level**
 - Phase shifting transformer between DE, LU, BE
 - Transmission grid extension in Luxemburg (Projekt Luxring)
 - DC interconnection between BE and DE
 - 2 x 220 kV between Aubagne and Bascharage

- **Distribution level**
 - Smart Meter rollout in LU (until the end of 2019)


- **Electricity Market**
 - Capacity market in France (since January 2017)




Source: www.entsoe.eu

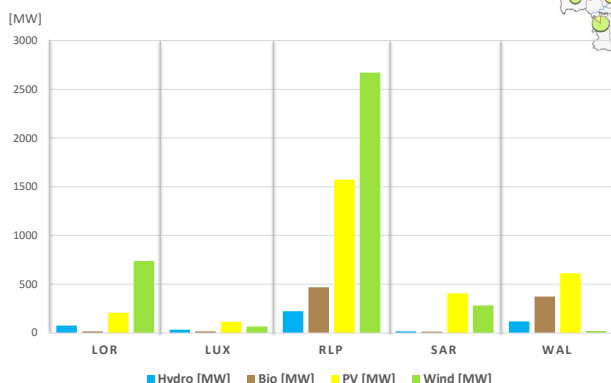
10.10.2017
Anes Benzarti, Stephan Röhrenbeck
Pth4GR²ID – 4th Consortium Meeting
5

5.4. Untersuchung der installierten erneuerbaren Leistung in der GR

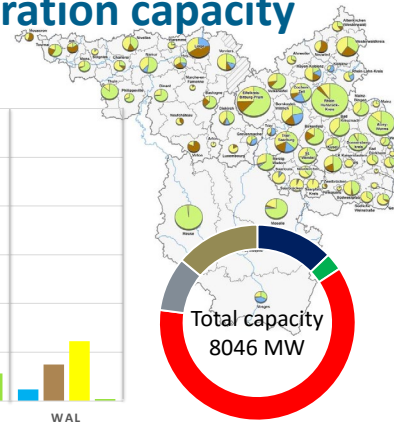

Energy Systems +
Energy Management


TECHNISCHE UNIVERSITÄT
KAISERSLAUTERN

Installed renewable generation capacity



Region	Hydro [MW]	Bio [MW]	PV [MW]	Wind [MW]
LOR	~100	~0	~200	~700
LUX	~50	~0	~100	~100
RLP	~200	~400	~1500	~2600
SAR	~50	~0	~400	~200
WAL	~100	~300	~600	~0

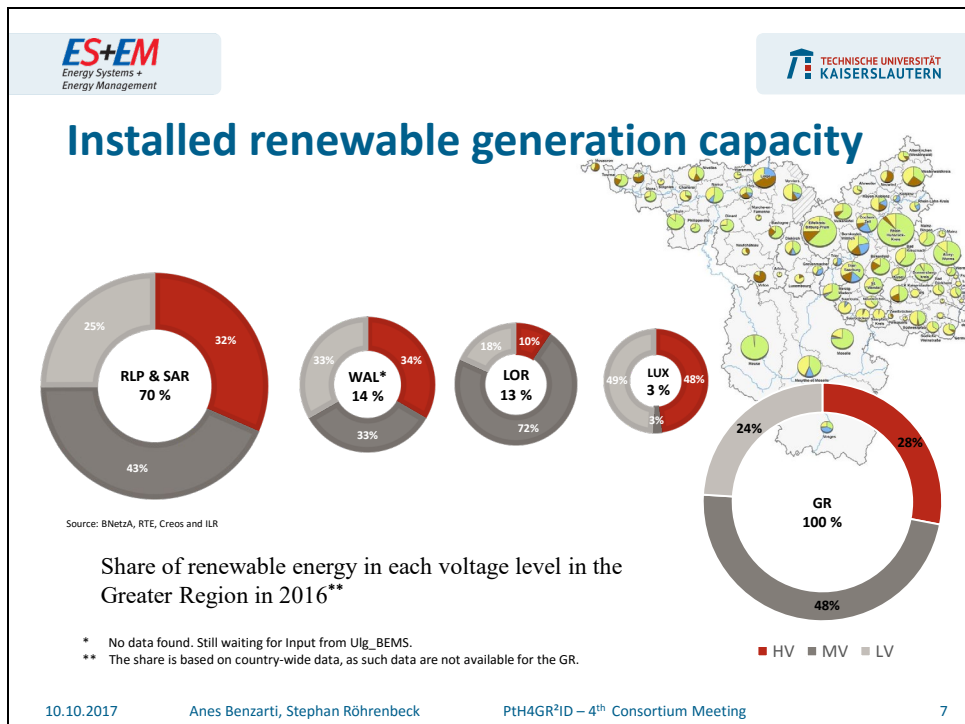


Total capacity
8046 MW

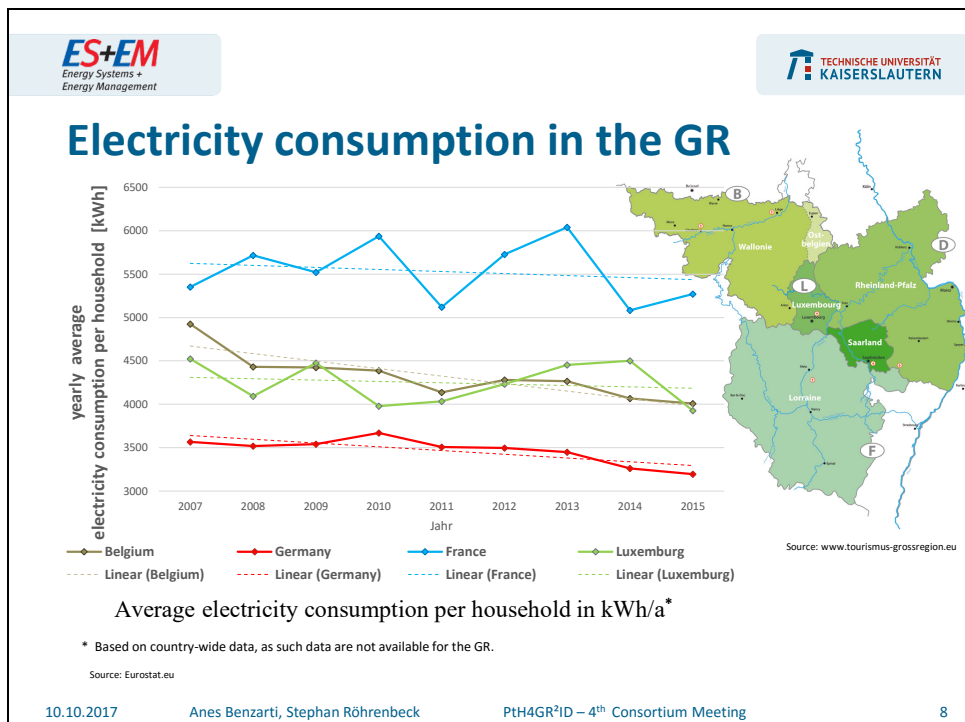
Source: www.sig-gr.eu

Installed power capacity of renewable energy in the Greater Region in 2015 in MW


10.10.2017
Anes Benzarti, Stephan Röhrenbeck
Pth4GR²ID – 4th Consortium Meeting
6




5.5. Untersuchung der Stromnachfrage



5.6. Strommarktuntersuchung und grenzüberschreitende Stromflüsse



ES+EM
Energy Systems +
Energy Management

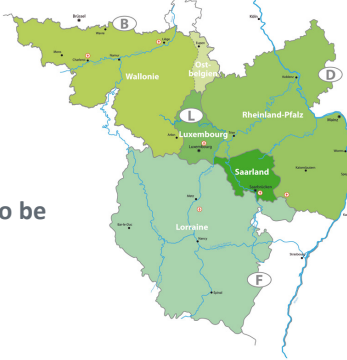


**TECHNISCHE UNIVERSITÄT
KAISERSLAUTERN**


Electricity market and cross border flows

- **Bidding zones in the GR**
 - France
 - Belgium
 - Germany/Luxemburg/Austria


→ The combined power market is projected to be split in October 2018
- **Electricity market designs**
 - Energy only market: DE/LU/AU, Belgium
 - Capacity market: France



10.10.2017
Anes Benzarti, Stephan Röhrenbeck
Pth4GR²ID – 4th Consortium Meeting
9



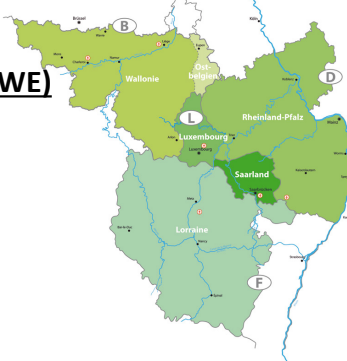
ES+EM
Energy Systems +
Energy Management



**TECHNISCHE UNIVERSITÄT
KAISERSLAUTERN**

Electricity market and cross border flows

- **Physical flow in Central West Europe (CWE)**
 - Total volume of 44 TWh in 2016
- **The predominant directions**
 - FR → DE (79% of the total physical flow through the border)
 - BE → FR (52% of the total physical flow through the border)
- **Direction change**
 - 793 times between FR and DE in 2016 (hourly basis)



10.10.2017
Anes Benzarti, Stephan Röhrenbeck
Pth4GR²ID – 4th Consortium Meeting
10

6. Zusammenfassung

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass trotz der europäischen Bestrebungen immer noch große Unterschiede zwischen den elektrischen Stromnetzen der einzelnen Länder der Großregion bestehen. Die Unterschiede, welche sich auf der Niederspannungsebene ergeben, wie z. B. Topologie und Verlegeart, werden im Rahmen der Netzmodellierung aufgegriffen.

Einen limitierenden Faktor für den angestrebten Ansatz stellt die begrenzte Anzahl der Grenzkuppelstellen in Zentral-Westeuropa dar. Dies führt zu einer beschränkten Kapazität beim europäischen Stromhandel. Diese werden in Zukunft ausgebaut.

Aufgrund der Standortabhängigkeit der erneuerbaren Energieerzeugungsanlagen (EE) und der unterschiedlichen politischen Ziele, weisen die einzelnen Länder der Großregion erhebliche Unterschiede hinsichtlich der installierten Leistungen von EE auf. Auch der Stromverbrauch weist deutliche Unterschiede auf, welcher hauptsächlich auf die Unterschiede in der Heiztechnik zurückzuführen ist.

7. Publikationen

3rd International
Hybrid Power Systems Workshop
download
8 - 9 May 2018
Tenerife, Spain

Potential of a PCM-Based Storage Concept combined with an Electric Heat Pump

Anes Benzarti, Maximilian Hamilius, Stephan Roehrenbeck, Wolfram H. Wellssow
Chair for Energy Systems and Energy Management
TU Kaiserslautern
Germany
benzarti@eit.uni-kl.de

Abstract—This paper introduces a thermal storage concept for residential buildings based on a phase changing material (PCM). The proposed storage concept has been integrated in three different building classes equipped with an electric heat pump (EHP) and has been compared with a conventional thermal storage concept. The comparison has shown an improvement of the SCOP up to 13 %, depending on the heat demand of the building. Heating costs could be reduced about a fifth for all building types. Furthermore, a high flexibility can be made available when using PCMs with high phase changing enthalpy. These advantages are unfortunately accompanied with a small degradation in comfort, as sometimes the desired room temperature falls below the lower comfort boundary. This discomfort can be eliminated by adjusting the control scheme or by increasing the storage capacity. For grid operators this concept offers a huge flexibility potential on the demand side, as the hold-up time of heat pumps can be increased. For customers the concept is attractive as the operational costs can be reduced.

d_B	Building envelope thickness, in m
d_t	Outer diameter of the tubes, in m
d_x	Distance between two tubes, in m
d_w	Thickness of the tube casing, in m
Δh	Phase change enthalpy of the PCM, in J/kg
l	Length of the tubes in the floor heating, in m
m	Mass of the PCM, in kg
\dot{m}_M	Mass flow of the HTF in the tubes, in kg/h
n_{op}	Number of operation times of the EHP during a heating period
$R_{ij}=R_{ji}$	Thermal resistance between node i and j , in K/W
R_z, R_w, R_t, R_x	Thermal resistances of the floor heating tube system, in K/W
t	Time step
T	Phase changing temperature of the PCM, in °C
T_j	Temperature of the node j , in °C
T_1, T_2	Temperatures of the PCM in two states of aggregation (e.g. solid, liquid), in °C

11/12.06.2018 Anes Benzarti
Pth4GR²ID – 6th Consortium Meeting
26