

## Zusammenfassung der Ergebnisse des Interreg VA-Projekts „EnergiewabenGR“

### Compte rendu des résultats du projet Interreg VA « Cellules énergétiques GR »

Nach der Modellierung der vier Energiewaben für die Regionen Metz, Ostbelgien, Remich und Trier und deren Weiterentwicklung bis zum Jahr 2030, wurden verschiedene Simulationen mit realen Erzeugungs- und Verbrauchsdaten durchgeführt, um Rückschlüsse auf den optimalen Einsatz verschiedener Flexibilitätsoptionen zu erzielen. Die verschiedenen Lastgänge wurden in 15-Minuten-Schritten in ein eigens für das Projekt entwickeltes Energie- und Bilanzkreismanagement übertragen und in das vorhandene Leitsystem in Trier integriert. Dafür wurde die verwendete Energie- und Bilanzkreismanagementsoftware an die spezifischen Bedürfnisse des Projekts angepasst (Simulationen und deren Fortschreibung in die Zukunft), da diese vom Hersteller lediglich für den operativen Einsatz konzipiert wurde. Die Simulationen konzentrierten sich weniger auf die Netzsituation, sondern die Steuerung der unterschiedlichen Einheiten orientierte sich am Fahrplanmanagement, um Bilanzkreisdifferenzen so gering wie möglich zu halten.

Après avoir modélisé les quatre cellules énergétiques pour les régions de Metz, de l'Est de la Belgique, de Remich et de Trèves et leur développement ultérieur jusqu'en 2030, diverses simulations ont été réalisées avec des données de production et de consommation réelles afin de tirer des conclusions sur l'utilisation optimale des différentes options de flexibilité. Les différents profils de charge ont été transmis par plages de 15 minutes à un système de gestion d'énergie et de gestion de périmètre d'équilibre spécialement développé pour le projet. Pour ainsi faire le logiciel utilisé pour la gestion des flux d'énergie et du périmètre d'équilibre a été adapté au besoin du projet (simulations et leur extrapolation dans l'avenir) car le fabricant du logiciel l'avait conçu pour un usage opérationnel uniquement. Les profils ont été intégrés dans le poste de contrôle existant à Trèves. Les simulations n'étaient pas principalement axées sur la situation du réseau. Par contre la gestion des différentes unités et leur alignement à la gestion du périmètre d'équilibre était prioritaire afin de maintenir les divergences au sein de celui-ci aussi faibles que possible.

#### **Ausgangsszenario: Jede Wabe regelt sich selbst aus**

#### **Scénario du départ: Chacune des cellules s'équilibre elle-même**

Zunächst wurde eine Simulation für jede individuelle Energiewabe mit den erfassten Daten und theoretisch verfügbaren Flexibilitätsoptionen der Basisjahre (2012-2014) durchgeführt, um aufzuzeigen, welche potentiellen Optimierungsmöglichkeiten in den Basisjahren bereits möglich gewesen wären. Dabei erfolgte jeweils ein individueller Bilanzkreisausgleich in jeder Wabe für sich, indem zunächst ein Abgleich über den

Strommarkt erfolgte und der Prognosefehler vom Vortag am Liefertag durch die theoretisch bereits vorhandenen Flexibilitätsoptionen ausgeglet werden sollte.

Tout d'abord, une simulation a été réalisée pour chaque cellule énergétique individuelle avec les données collectées et les options de flexibilité théoriquement disponibles des années de référence (2012-2014) afin de montrer quelles options d'optimisation potentielles auraient déjà été possibles au cours des années de référence. Pour ce faire, chaque périmètre d'équilibre dans chaque cellule a été équilibré individuellement, tout en l'alignant au marché de l'électricité dans un premier temps. Dans un deuxième temps, l'erreur de projection de la veille devrait être corrigée au cours de la journée de livraison en utilisant les options de flexibilité théoriquement disponibles.

In der Simulation wurden bereits existierende, theoretisch steuerbare Erzeuger (BHKW) und Verbraucher (Wärmepumpen) in einer nicht flexibilisierten Fahrweise einer an der Verfügbarkeit der EE-Erzeugung orientierten, flexibilisierten Fahrweise von Erzeugung und Verbrauch gegenübergestellt. Es wurde angenommen, dass in beiden Fällen die Erzeugungs- und Verbrauchseinheiten mit entsprechenden Wärmespeichern ausgestattet sind. Da in den Basisjahren jedoch nur ein sehr geringer Anteil an Flexibilität (nur BHKW und geringer Anteil Wärmepumpen, keine E-Mobilität etc.) vorhanden war, war die Wirkung der Optimierung noch begrenzt. Denn diese stand entweder einem relativ hohen Anteil an bilanzieller EE-Erzeugung (z.B. Wabe Trier ca. 76 %) gegenüber, oder ein geringer bilanzieller EE-Anteil (z.B. Wabe Metz ca. 20 %) traf auf einen geringen Anteil an Flexibilitätsoptionen.,.

Dans la simulation, les producteurs (installations de cogénération) et les consommateurs (pompes à chaleur) existants et théoriquement pilotables, ont été comparés à un mode d'opération non flexible de production et de consommation orienté vers la disponibilité de la production à partir des énergies renouvelables (EnR). Il a été supposé que dans les deux cas, les unités de production et de consommation sont équipées des moyens de stockage thermiques appropriés. Cependant, comme il n'y avait qu'une très faible flexibilité dans les années de référence (seulement la cogénération et une petite proportion de pompes à chaleur, pas de voitures électriques, etc.), en effet, cette dernière était soit compensée par une proportion relativement élevée de production d'EnR au niveau bilan (par exemple à Trèves, environ 76 %), soit une faible proportion d'EnR (par exemple à Metz environ 20 %) répondait à une faible proportion d'options de flexibilité.

## **Szenarien 1-4: Die Situation im Jahr 2030**

### **Scénarios 1 à 4: La situation en 2030**

Danach wurden auf Grundlage der bis 2030 weiterentwickelten Profile, in denen deutlich höhere EE-Erzeugung und vermehrtes Potential für Flexibilitätsoptionen vorhanden sind, Simulationen von vier Szenarien für das Jahr 2030 durchgespielt.

Par la suite, des simulations de quatre scénarios pour l'année 2030 ont été effectuées sur la base des profils développés jusqu'en 2030, dans lesquels une production d'EnR nettement plus élevée et un potentiel accru d'options de flexibilité seront disponibles.

In jedem Szenario gleichen die Wabenverantwortlichen ihren jeweiligen Wabenbilanzkreis zunächst über die Energiebörse Epex Spot via Day-Ahead-Handel aus. Das Ziel ist, die jeweiligen Bilanzkreise ausgeglichen zu halten. Sobald die genauere Intraday-Prognose feststeht, werden der Einsatz der verschiedenen Flexibilitätsoptionen sowie gegebenenfalls ein grenz- und wabenüberschreitender Energiehandel geplant.

Dans chaque scénario, les gestionnaires des cellules équilibrent d'abord leur périmètre d'équilibre respectif via la bourse d'énergie Epex Spot par le commerce interjournalier. À partir de là, l'objectif est de maintenir le périmètre en équilibre. Dès qu'une prévision intrajournalière plus précise sera disponible, l'utilisation des différentes options de flexibilité et, si nécessaire, le commerce transfrontalier et entre les cellules seront planifiés.

Szenario 1: Der Bilanzkreisausgleich wird für jede Wabe individuell vorgenommen, indem zunächst ein Abgleich über den Strommarkt (bis einschließlich Day-Ahead Handel) erfolgt und der Prognosefehler vom Vortag am Liefertag durch eigene Flexibilitätsoptionen ausgeregelt wird.

Scénario 1: L'équilibrage du périmètre est effectué individuellement pour chaque cellule par le biais d'un premier alignement via le marché de l'électricité jusqu'au commerce interjournalier inclus tout en compensant l'erreur de prévision de la veille le jour de la livraison au moyen d'options de flexibilité propres.

Szenario 2: Zunächst die gleichen Simulationen wie in Szenario 1, jedoch in Ergänzung eines grenzüberschreitenden Stromaustauschs zwischen den Waben.

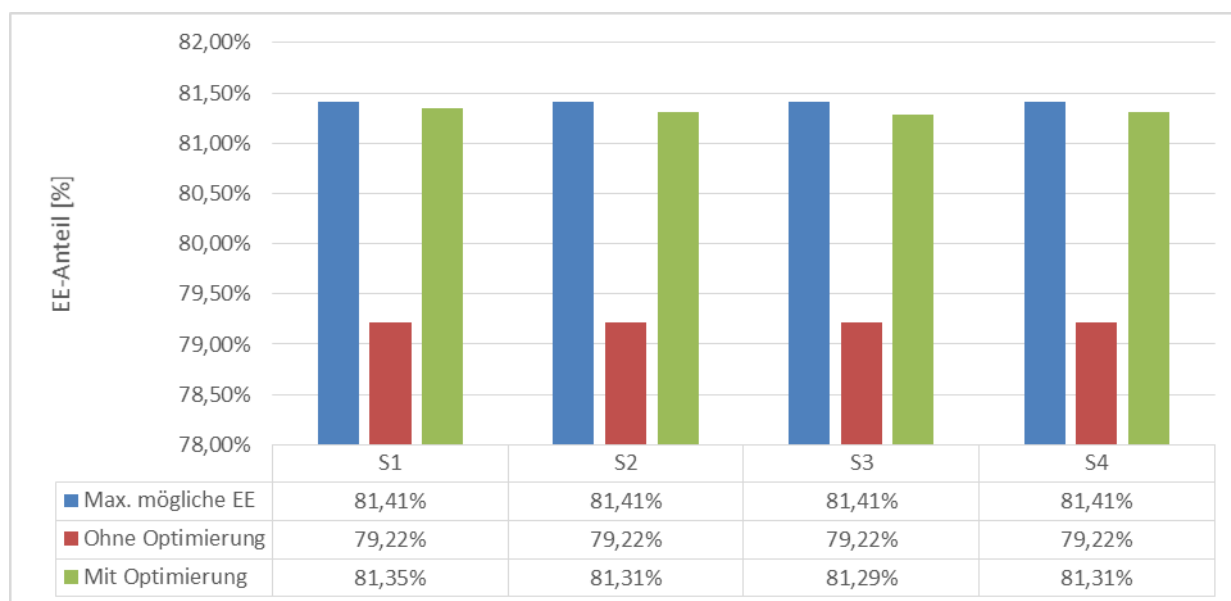
Scénario 2: Dans un premier temps, les mêmes simulations que dans le scénario 1, mais en plus d'un échange transfrontalier d'électricité entre les cellules.

Szenario 3: Zunächst die gleichen Simulationen wie in Szenario 1, jedoch in Ergänzung eines zusätzlichen Online-Reglers. Hierbei handelt es sich um einen sehr flexiblen Energiespeicher, der der dezentralen Ausregelung von Prognosedifferenzen innerhalb einer Viertelstunde dient. Die Online-Regler jeder Wabe unterscheiden sich wie folgt. In Metz und Remich wurde ein Nahwärmenetz integriert, in Ostbelgien werden Batterien und Power-to-Gas-Anlagen vorgesehen und in Trier wird ein Pumpspeicherkraftwerk eingesetzt.

Scénario 3: Au départ, les mêmes simulations que dans le scénario 1, mais en plus d'un contrôleur en ligne supplémentaire. Il s'agit d'un système de stockage d'énergie très flexible qui est utilisé pour l'ajustement décentralisé des différences de prévisions en plages d'un quart d'heure. Les contrôleurs en ligne de chaque cellule se distinguent comme suit. À Metz et Remich, un réseau de chaleur local a été intégré, dans l'Est de



Tabelle 1: Durch unterschiedliche Optimierungsstrategien erreichbare EE-Anteile in der Wabe TR im Jahr 2030 in den Szenarien S1-S4 (in %)



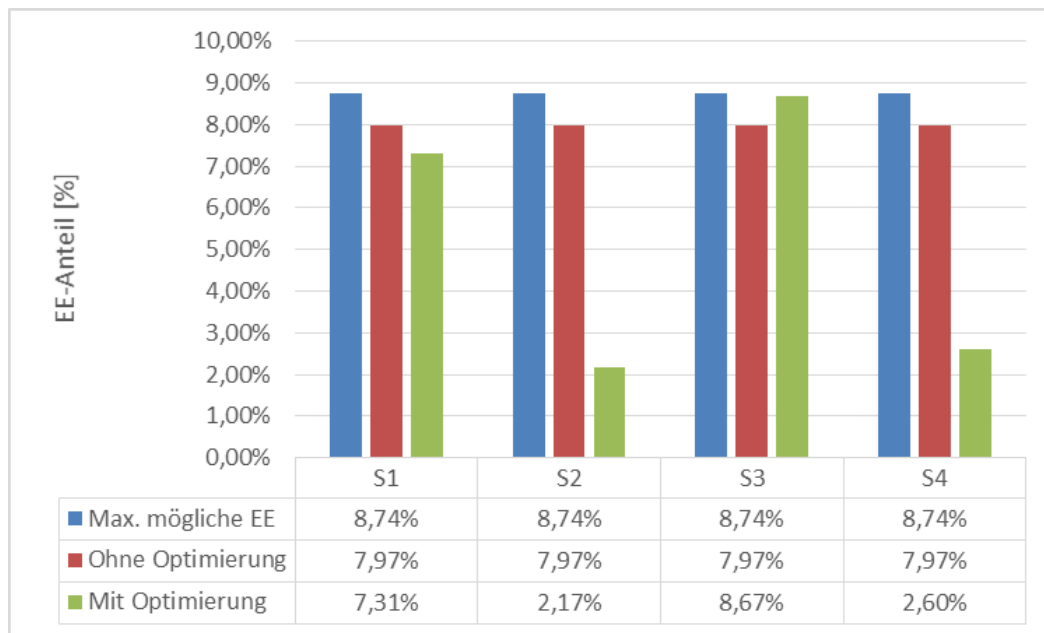
Si, par exemple, l'objectif politique de couvrir 100 % de la consommation d'électricité d'ici 2030 par des énergies renouvelables doit être atteint au niveau du bilan pour la cellule de Trèves, le concept de cellule énergétique peut réduire l'erreur de prévision entre les prévisions de la veille et les profils réels de production et de consommation le jour de la livraison à environ 0,3 % en moyenne. Sans l'utilisation des options de flexibilité, l'erreur de prévision du périmètre d'équilibre dans ce scénario serait d'environ 3 % en moyenne. En termes d'écart de puissance absolu, cela signifie une réduction d'environ 9 MW à environ 1 MW pour la cellule de Trèves. **Tabelle 1** indique la part en pourcentage des EnR dans les différents scénarios 1 à 4, qui envisagent différentes options de flexibilité du côté des producteurs et des consommateurs. Il est démontré que d'ici 2030, la quasi-totalité de la part possible des EnR peut déjà être atteinte (environ 81 %) grâce aux optimisations au sein même de la cellule énergétique de Trèves et à l'équilibrage transfrontalier avec d'autres cellules.

Auch die Wabe in Ostbelgien kann durch die in den Szenarien 1-4 durchgeführten Optimierungen einen hohen Anteil an EE im Jahr 2030 erreichen (zwischen 67 % und 70 % je nach Szenario). An flexiblen Erzeugern werden hier vor allem Blockheizkraftwerke (BHKW) angenommen, verbrauchsseitig können Elektrofahrzeuge und Batterien eingesetzt werden. Als online-Regler wurde eine Kombination aus Power to Gas (PtG)-Anlagen und Batterien verwendet.

La cellule énergétique de la Belgique orientale peut également atteindre une part élevée d'énergie renouvelable en 2030 (entre 67 % et 70 % selon le scénario) grâce aux optimisations réalisées dans les scénarios 1 à 4. On suppose ici que les producteurs flexibles sont principalement des centrales de cogénération, tandis que les véhicules électriques et les batteries peuvent être utilisés en tant que consommateurs flexibles. Une combinaison d'installations Power to Gaz (PtG) et de batteries a été utilisée comme régulateur en ligne.



Tabelle 3: Durch unterschiedliche Optimierungsstrategien erreichbare EE-Anteile in der Wabe Remich im Jahr 2030 in den Szenarien S1-S4 (in %)



Die Wabe Metz ist zwar erheblich größer als Remich verfügt jedoch auch im Jahr 2030 über vergleichsweise wenige Flexibilitäten. Dies ist vor allem durch die Tatsache bedingt, dass die ins Wärmenetz einspeisenden Erzeugungsanlagen am Kapazitätsmarkt teilnehmen und daher nur eine sehr eingeschränkte flexible Fahrweise erlauben. Die Wabe Metz kann nur im Szenario 4 ihren Anteil an EE optimieren. Hier wurden neben dem grenzüberschreitenden Austausch auch die online-Regler aus anderen Waben mit einbezogen.

Bien que la cellule énergétique de Metz soit considérablement plus grande que celle de Remich, il a encore relativement peu de flexibilité en 2030. Cela est principalement dû au fait que les centrales qui alimentent le réseau de chaleur participent au marché des capacités et n'offrent donc qu'une flexibilité très limitée. La cellule de Metz ne peut optimiser sa part d'énergies renouvelables que dans le scénario 4. Ici, en plus des échanges transfrontaliers, les régulateurs en ligne d'autres cellules ont été inclus.

Tabelle 4 Durch unterschiedliche Optimierungsstrategien erreichbare EE-Anteile in der Wabe Metz im Jahr 2030 in den Szenarien S1-S4 (in %)



Allerdings reicht die Optimierung aktuell noch nicht aus, um eine vollständig ausgeregelte Bedarfsdeckung durch EE-Anlagen zu erzielen. Eine ausgeklügelte Steuerung und bestmögliche Prognose bietet hier weiteres Verbesserungspotenzial. Die Ergebnisse haben jedoch auch gezeigt, dass das Ausregeln über die Grenzen hinweg nur sinnvoll ist, wenn die Waben über vergleichbare Erzeugungskapazitäten und Energieverbräuche verfügen. Im Projekt war beispielsweise die Energiewabe Remich gegenüber den anderen Waben zu klein gefasst. In Metz hat sich gezeigt, dass durch die Einführung eines französischen Kapazitätsmarktes für Erzeugungsanlagen vor einigen Jahren deren Flexibilität im Hinblick auf eine möglichst optimale Integration an EE in das Stromsystem nur sehr eingeschränkt nutzbar ist.

Toutefois, l'optimisation n'est pas encore suffisante pour parvenir à une couverture entièrement équilibrée de la demande par les installations d'EnR. Une gestion sophistiquée et les meilleures prévisions possibles offrent ici un potentiel d'amélioration supplémentaire. Toutefois, les résultats ont également montré que l'équilibrage transfrontalier n'a de sens que si les cellules ont des capacités de production et une consommation d'énergie comparables. Dans le projet, par exemple, la cellule énergétique de Remich était trop petite par rapport aux autres cellules. À Metz, il a été démontré que l'introduction d'un marché français de capacités il y a quelques années auquel peuvent participer certaines centrales électriques signifie que leur flexibilité par rapport à une intégration optimale des énergies renouvelables dans le système électrique est limitée.