

# Solutions Off-Grid Made in Germany

Aperçu de la technologie & Développements actuels

[www.renewables-made-in-germany.com](http://www.renewables-made-in-germany.com)



**AHK**

Deutsch-Algerische  
Industrie- und Handelskammer  
Chambre Algéro-Allemande  
de Commerce et d'Industrie

Supported by:

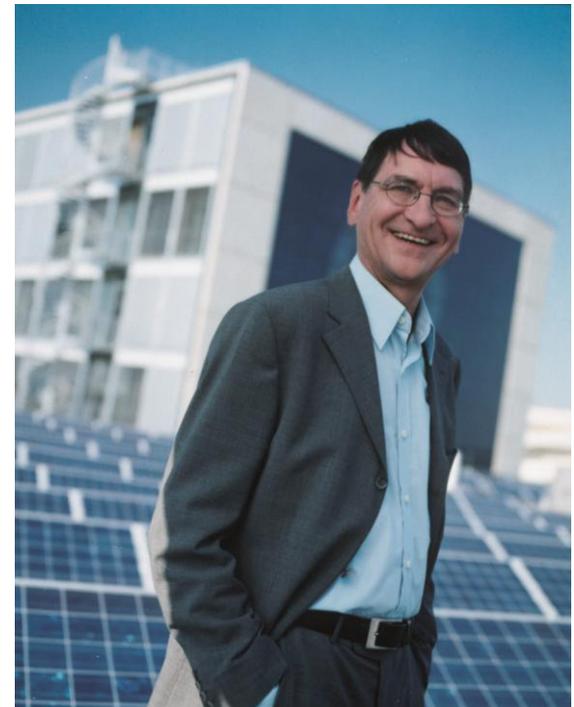


on the basis of a decision  
by the German Bundestag

## Reiner Lemoine Institut

- Fondé 2010, siège à Berlin
- > 25 collaborateurs scientifiques
- Institut de recherche à but non lucratif
- Membre d'Eurosolar, de l'Alliance for Rural Electrification, du Bundesverband Windenergie u.a.
- Se focalise : Intégration de technologies d'énergie renouvelables dans des systèmes d'énergie conventionnels

**Objectif: R&D pour un tournant énergétique à 100%**



**Reiner Lemoine**  
Pionier der Erneuerbaren  
Energien, Gründer von Solon,  
Q-Cells und RL Stiftung

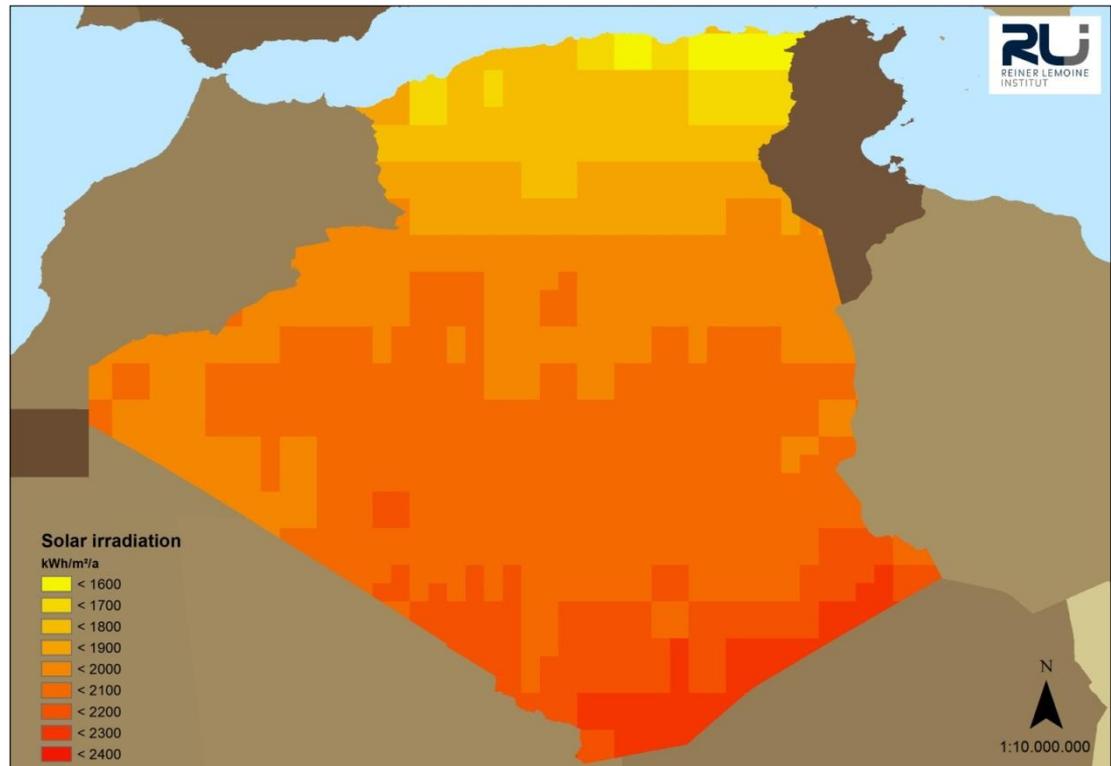
## Reiner Lemoine Institut – Groupes de recherche

- **Energies renouvelables et mobilité**
- **Développements des technologies d'énergies renouvelables**
- **Stratégies de transformation**
- **Systemes Off-Grid renouvelables**



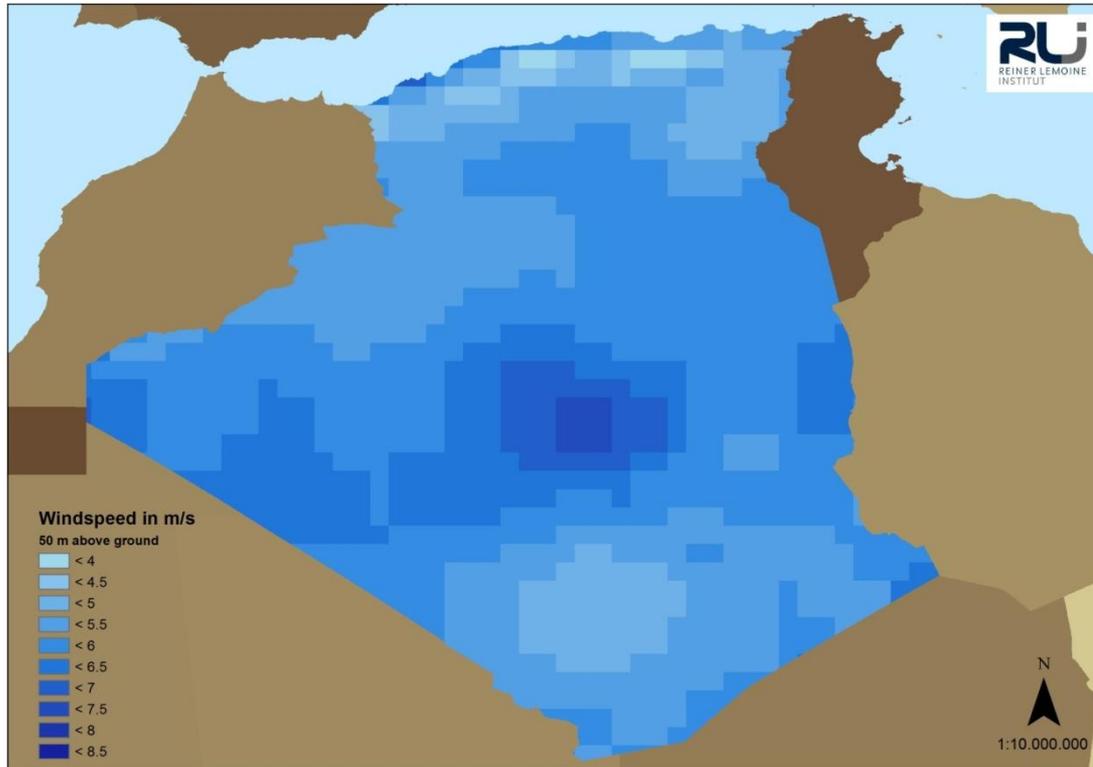
## Algérie – Potentiel pour l'énergie solaire

- Grand potentiel pour l'énergie solaire avec un rayonnement global de 1,500 à 2,200 kWh/m<sup>2</sup>/a (Allemagne environ 1,100 kWh/m<sup>2</sup>/a)
- Demande d'électricité globale pourrait théoriquement être produite sur le territoire algérien



Globale Solarstrahlung (GHI) in kWh/m<sup>2</sup>/a. Quelle: NASA

## Algérie - Potentiel pour l'énergie éolienne

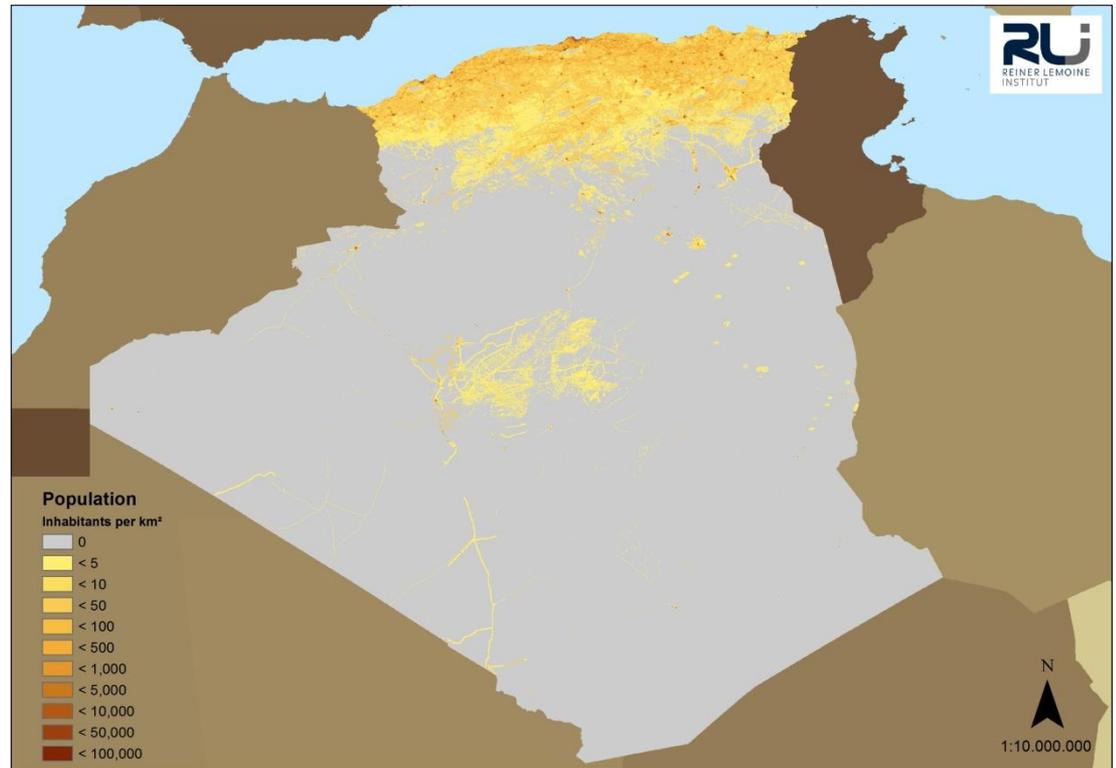


Vitesse du vent en m/s. Source NASA

- Bon potentiel pour l'énergie éolienne sur une bonne partie du territoire national, vitesse du vent la plus élevée à l'intérieur du pays (~ 7 m/s)
- La combinaison de l'énergie solaire et éolienne peut réaliser une partie élevée d'énergies renouvelables éligibles

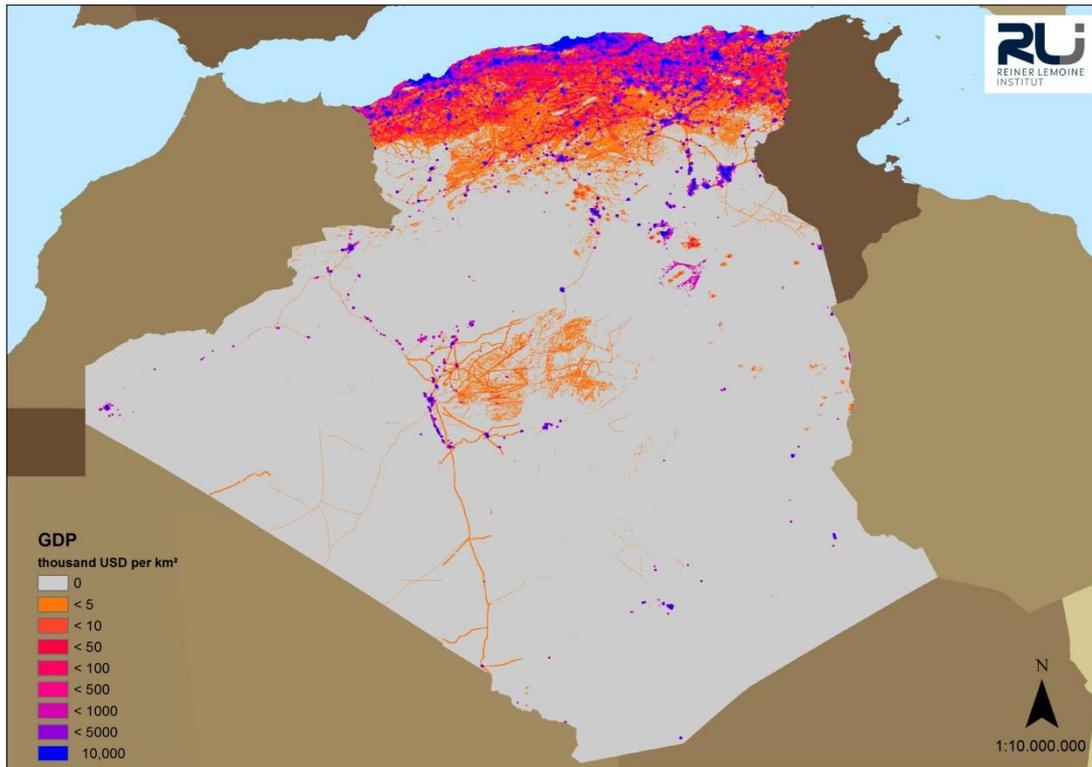
## Algérie - Population

- 80 % de la population habite au long de la côte , de grandes parties de l'intérieur sont inhabité
- De grandes distances provoquent des coûts de transport élevés, des régions éloignées dans le centre du pays peuvent être approvisionnées par une combinaison d'énergie solaire et éolienne



**Habitants par km<sup>2</sup>.** Source: Landscan 2012

## Algérie - PIB



**PIB parkm<sup>2</sup> en 1000 US- Dollar.**

Source: Ghosh et al. 2011

- La demande d'énergie est en corrélation avec l'activité économique
- La performance économique la plus élevée dans les régions côtières
- PIB à l'intérieur du pays proportionnellement plus élevé comparé au nombre des habitants, c'est à dire il y existe une demande d'électricité coïncidant avec un grand potentiel pour l'énergie solaire et éolienne

## Solutions Off-Grid Made in Germany

### Domaines d'application:

- Auto-apvisionnement & Sécurité énergétique pour l'industrie, l'agriculture, et les ménages privés
- Back-Up Smart Grids
- Eclairage rural Ländliche
- Substitution von production d'électricité par diesel
- Systèmes Off-Grid

### Technologies:

- Energie solaire
  - PV
  - Thermie solaire
- Energie éolienne
  - Installations de grande et petite taille
- Accumulateur d'énergie
- Systèmes d'énergie hybrides Hybride
- *Energie hydraulique, Biomasse*

- Solutions Off-Grid = Approvisionnement énergétique autonome -

## Energie solaire - PV

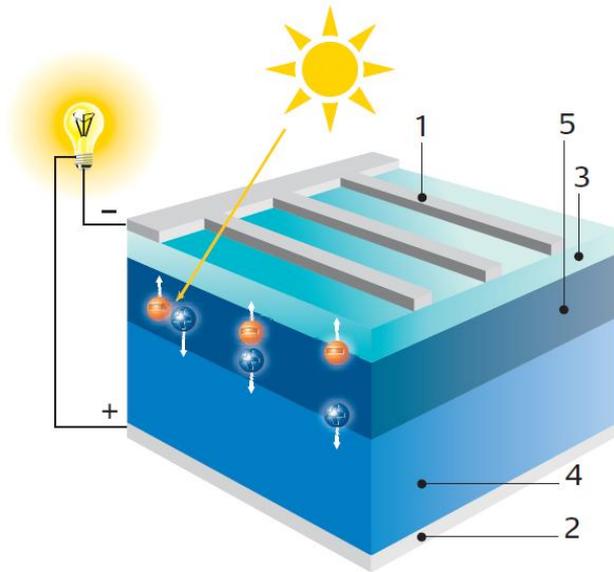


Diagram of a solar cell: 1) negative electrode 2) positive electrode 3) n-silicon 4) p-silicon 5) barrier layer.

- Transformation directe de lumière en énergie électrique
- Cellules solaires en silicium
  - Monocristallin (Eff.  $\leq 20\%$ )
  - Polycristallin (Eff.  $\leq 16\%$ )
- cellules solaires à couches minces (Eff. 5-15 %)
  - AmSi, CIGS, CdTe
- Efficacité dépendante de la température ambiante

- De produits allemands de la plus grande qualité et des entreprises allemandes avec une longue expérience -

## Energie solaire - PV

### Centrale de grande taille



- Centrale de grande taille (> 1 MWp)
- Fournisseurs ou distributeurs comme clientèle cible

### Industriel



- Souvent Installations 10 - 100 kWp
- Sécurité énergétique, Approvisionnement autonome

### Ménages



- Installations petites ou de taille moyenne Mittlere und kleine Installationen (< 10 kWp)
- D'habitude des ménages, en partie approvisionnement autonome Eigenversorgung

### Off-Grid



- De différentes classes de taille
- Communes, Coopératives ou particuliers

- Utilisable de manière modulaire et adaptable aux demandes individuelles -

## Energie solaire – Thermie solaire

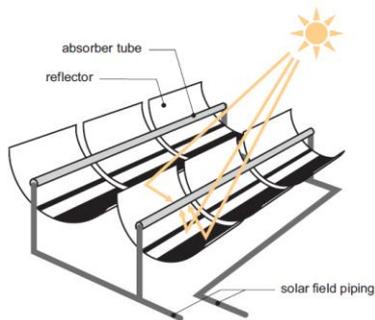


- Concentration des rayons solaires sur des absorbeurs
- Utilisation de l'énergie thermique à travers le chauffage d'un caloporteur (200°C – 1000°C)
- Transformation d'énergie thermique en électricité au travers des turbines à vapeur/gaz
- Possibilité d'une sauvergarde thermique temporaire de l'énergie énergétique

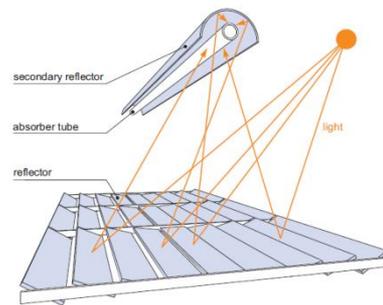
- Entreprises et instituts allemands sont leaders mondiaux en R&D -

# Energie solaire – Des concepts de thermie solaire

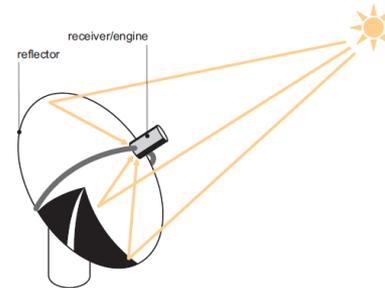
Parabole



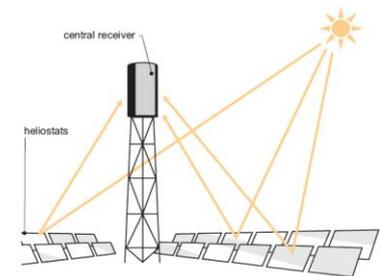
Fresnel



Dish-Stirling



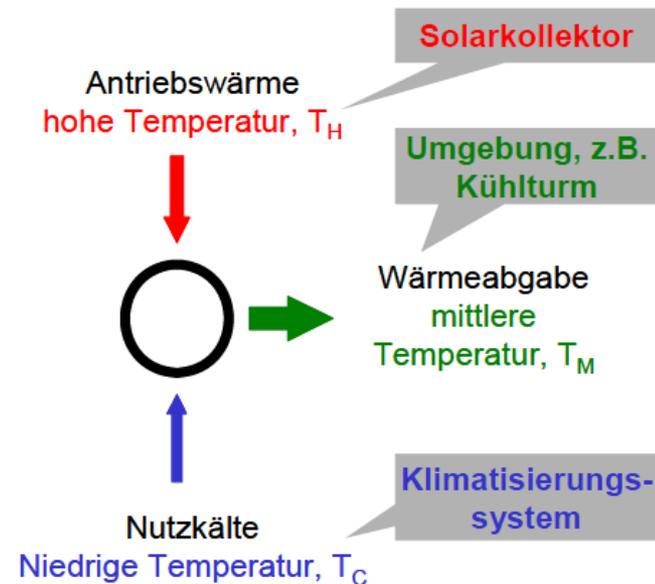
Tower



- Des installations Dish-Stirling adaptées aux petits systèmes Off-Grid -

## Energie solaire – Exemple du refroidissement solaire

- Principe: simultanéité relative de l'énergie solaire produite et de la demande de refroidissement
- Utilisation d'électricité pour l'exploitation de climatisations (PV & CSP)
- Utilisation de la thermie solaire moyennant des machines frigorifique à absorption / adsorption



- Gérer des pics de consommation et réduire la consommation d'électricité -

# Energie éolienne – Types de turbines

## Grande échelle



- Centrales de grande taille (> 1 MW)
- Fournisseurs ou distributeurs comme clientèle cible

## Moyenne échelle

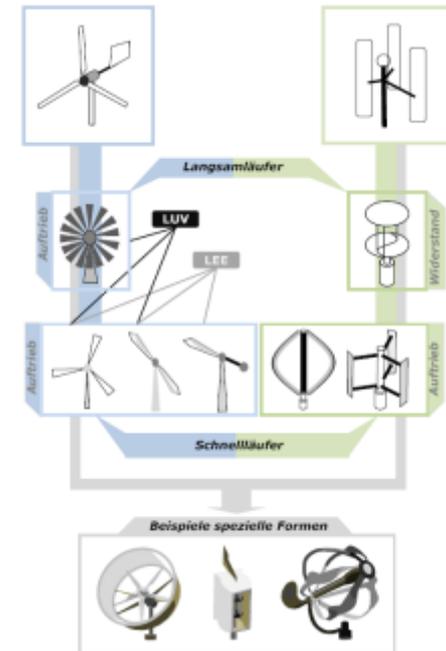


- Capacités de > 150 kW
- Faciles à monter, pas de besoin d'équipements lourds

## Petite échelle

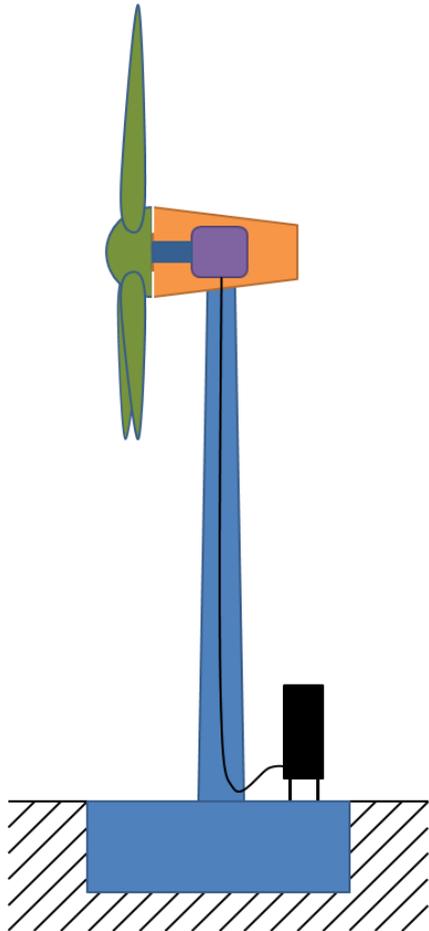


- Installations W à kW
- Peuvent gérer des vitesses du vent lentes



- Turbines disponibles dans toute les tailles -

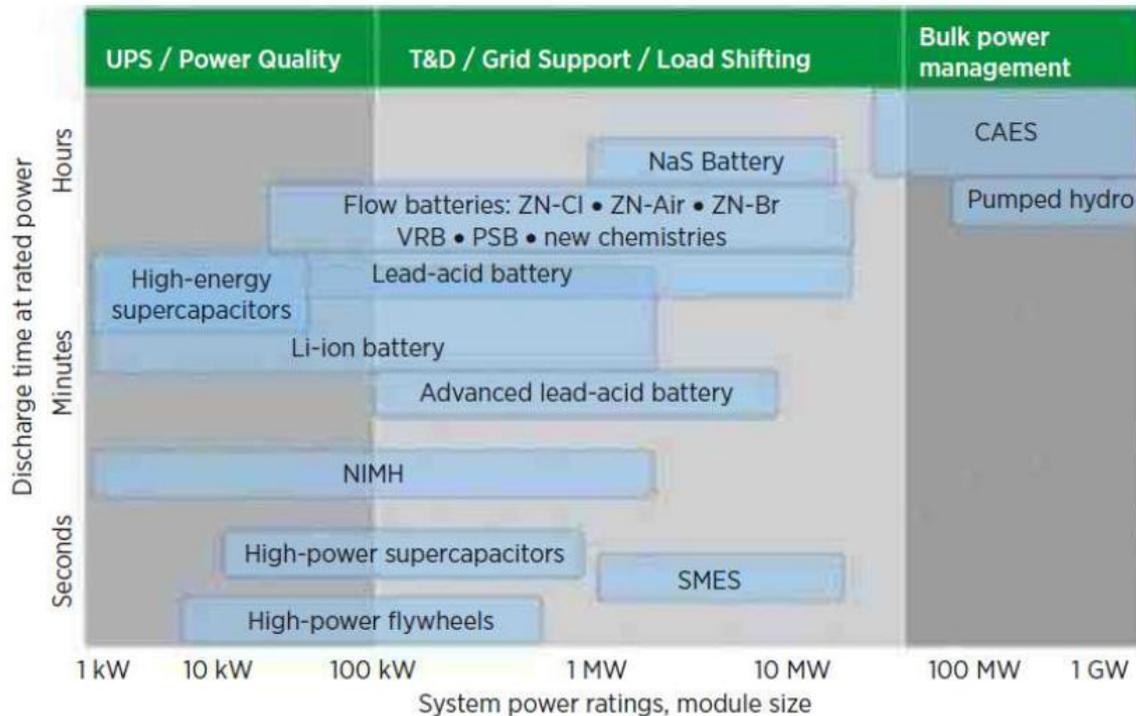
## Energie éolienne - Coûts



	KWEA	GWEA
Pales de rotor	7,2 %	24,85 %
Engrenage	15,0 %	30,57 %
Générateur	20,9 %	3,85 %
Tour, Fondations	37,1 %	30,02 %
Câbles électriques	19,4 %	10,70 %

- Coût du capital en comparaison plus élevé pour les KWEA -

# Accumulateurs d'énergie



CAES – Compressed Air Energy Storage  
 NaS – Sodium Sulfur Battery  
 VRB – Vanadium Redox Battery  
 PSB – Polysulfide Bromide Battery  
 NIMH – Nickel Metal Hydride Battery  
 SMES – Superconducting Magnetic Energy Storage

- Des accumulateurs rendent possibles la sécurité de production et d'approvisionnement
- Grâce à des mesures d'accumulation, de l'électricité renouvelable peut être utilisé selon la demande
- Les entreprises allemandes sont des centres d'innovation pour des concepts de sauvegarde d'énergie

## Batterie lithium-ion / batterie au plomb

### Batterie lithium-ion

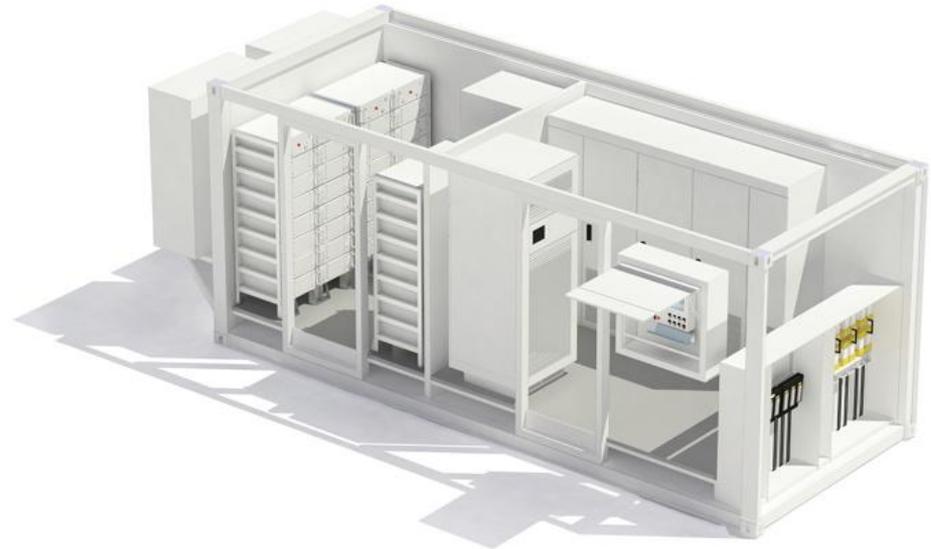
- nombre de cycles élevé (>4000 cycle)
- Longue durée de service (20 ans)
- Grande densité énergétique , poids léger
- Taux-C élevé, ainsi une absorption et émission rapide d'énergie possible
- Etat de décharge max. de 80 %
- Résistant envers les températures ambiantes
- Coûts d'investissement élevés
- Risque de „Thermal Runaway“

### batterie au plomb

- Nombre de cycles faible (~ 1000)
- Durée de service (3 – 12 ans)
- Densité énergétique faible Taux-C 1:6
- Etat de décharge max. 40 – 50 %
- Technologie développée, position de marché dominante
- Problématique pour l'environnement
- La température ambiante a un grand effet sur la performance de la batterie

## Solutions de batteries de stockage

- Pour des applications industrielles, les technologies modernes de batterie offrent des solutions pour le stockage d'énergie et la sécurité énergétique
- En raison des coûts d'énergie faibles, des batteries de stockage peuvent être rentables même sans la production d'énergies renouvelables



Concepts All-in-one (z.B. Container) beinhalten:

- Système de batterie, Onduleur
- PV/Wind Inverter (si installé)
- Site Control System, Remote Monitoring System
- Climatisation

## Solutions Off-Grid Solutions pour le secteur industriel

- Autoconsommation PV Solaire attractif, car demande et offre se correspondent de manière temporelle
- Les tarifs d'électricité sont les plus élevés lors des heures de pointe Stromtarife (6 à 17 h & 21 à 22:30h), avec PV l'autoconsommation peut être couverte lors des heures de pointe.
- Davantage d'intégration des technologies de stockage tels que les batteries rend possible l'utilisation d'énergie renouvelables dans la soirée et contribuent à la sécurité énergétique et la stabilisation de fréquence
- L'énergie éolienne a un très grand potentiel au centre du pays et rend possible en combinaison avec le PV une grande proportion d'ER

## Solutions Off-Grid Solutions pour le secteur agricole

- Installations PV sur le toit intéressantes grâce à leur modularité et souplesse
- Installations solaires thermiques peuvent être utilisées pour la génération de chaleur et de froid
- Si on souhaite atteindre l'autonomie énergétique il faut combiner les énergies renouvelables avec des technologies de stockage
- Vu que les utilisateurs agricoles n'ont pas une très grande utilisation d'énergie, on peut également envisager des KWEA car capable d'exploiter aussi des potentiels éoliens moyens
- Le reste provenant de la production agricole pour biogaz et biomasse

## Remplacement de la production d'électricité par voie de diesel par des systèmes hybrides

### Capacité de diesel et de gaz à hauteur de de 591 MW dans le plan d'urgence

- Approvisionnement énergétique avec des générateurs diesel
- Coûts de production d'électricité élevés
  - Coûts de carburant, coûts de transport, efficacité faible
- Emissions CO<sub>2</sub>-Emissionen, polluants atmosphériques
- Coûts d'opportunités
- ▶ Amélioration de réseau diesel avec des technologies d'énergies renouvelables (PV, thermique solaire, éolien, stockage d'énergie)

- Les entreprises allemandes offrent des concepts sophistiqués pour la production d'électricité hybride avec les ER et générateurs diesel -

# Merci beaucoup pour votre attention!

...et un merci particulier à la RENAC et l'équipe RLI-Off-Grid  
!

[www.renewables-made-in-germany.com](http://www.renewables-made-in-germany.com)



**AHK**

Deutsch-Algerische  
Industrie- und Handelskammer  
Chambre Algéro-Allemande  
de Commerce et d'Industrie

Supported by:



on the basis of a decision  
by the German Bundestag