



Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE)  
Der Oberrhein wächst zusammen mit jedem Projekt

# Regionale Konzepte für eine integrierte, effiziente und nachhaltige Energieversorgung und Speicherung in der Trinationalen Metropolregion Oberrhein – RES-TMO

[www.res-tmo.com](http://www.res-tmo.com)



Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Professur für Fernerkundung und Landschaftsinformationssysteme (FeLis),  
Zentrum für Erneuerbare Energien (ZEE)

Oberrheincluster für Nachhaltigkeitsforschung (URCforSR)

Projektleitung: Prof. Dr. Barbara Koch

Projektkoordination: Ines Gavrilit



# Projektkonsortium und Überblick



1.02.2019 – 31.07.2022



EFRE, Interreg V Oberrhein  
Kofinanzierung i.H.v.  
1.895.450,07 €

Grenzüberschreitend,  
interdisziplinär,  
repräsentativ

15 Partner aus  
Wissenschaft und  
Wirtschaft

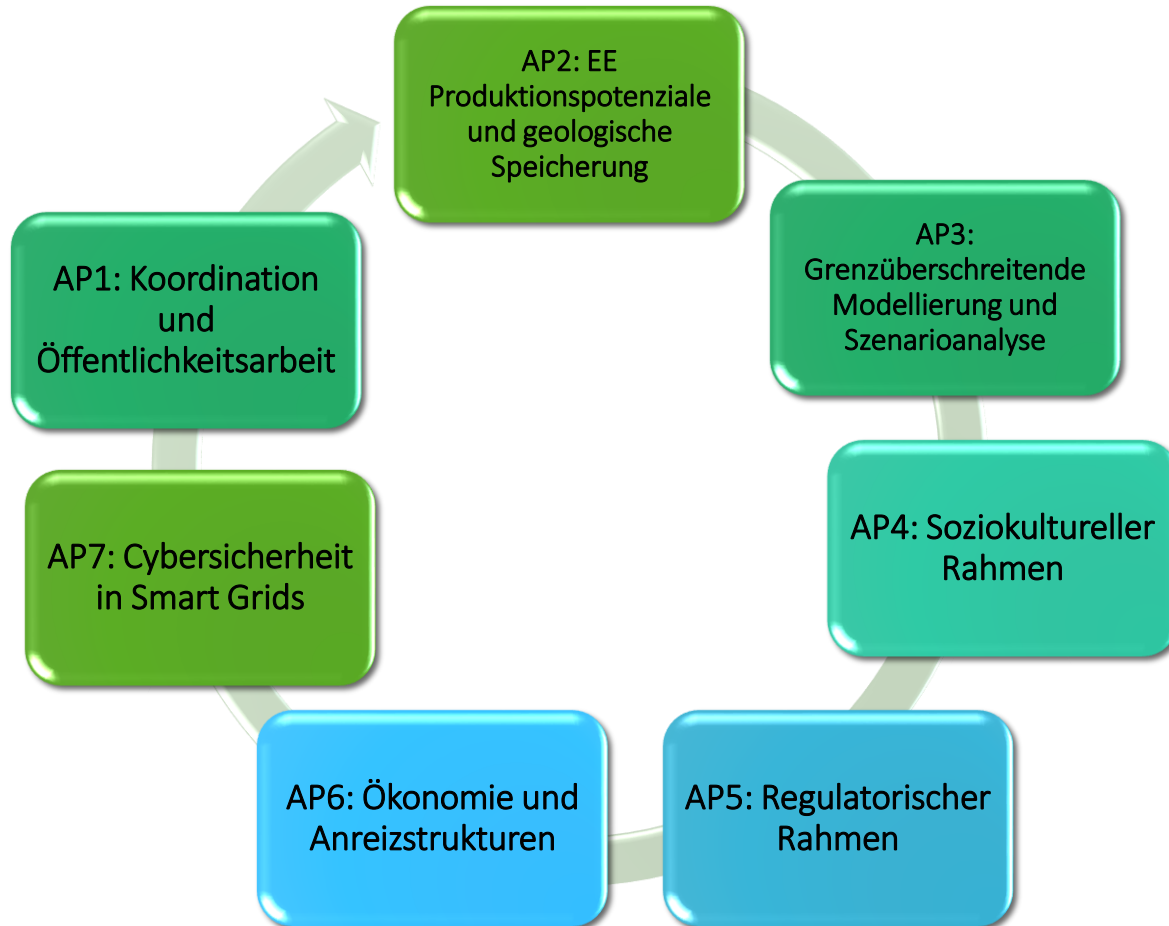
# Hintergrund und Ziele



- **Region Oberrhein:** 3 Länder, 21.000 km<sup>2</sup> und ca. 6 Millionen Einwohner.
- **EU-Legislativpaket „Saubere Energie für alle Europäer“:** Potenzial regionaler integrierter Strommärkte und Netzlösungen; regionale Versorgungssicherheit und Resilienz auf der Basis dezentraler Stromerzeugung aus EE.
- **Neue EU-Ziele: Netto-Treibhausgasreduzierung um 55% und mindestens 32% EE im Bruttoendenergieverbrauch der EU bis 2030 gegenüber dem Stand von 1990 (40% EE: neues, von der EK vorgeschlagenes Ziel).**
- **Energiesicherheit in Grenzregionen:** international vernetzt vs. rein national.
- **RES-TMO übergeordnetes Projektziel:** Beschleunigung der Energietransformation in der Grenzregion Oberrhein durch die Erschließung von Synergien.

**Energiesicherheit – Umwelt - Ökonomie!**

# Arbeitspakete



Roadmap für ein emissionsarmes, nachhaltiges und resilientes Energiesystem am Oberrhein: Konzepte, Szenarien und politische Empfehlungen für ein EE-basiertes Energiesystem, das die regionalen EE-Potenziale und grenzüberschreitenden Synergien nutzt *(ab Juli 2022 auf der RES-TMO-Webseite verfügbar)*.

# Arbeitspaket 2 – Technische Potentiale

**Welche technischen Potentiale zur Erneuerbaren Energieproduktion gibt es in der Oberrheinregion?**

Tabelle 2a: Geschätzter Energieverbrauch in der Oberrheinregion.

URR	Population in 2019*	Final Energy Demand in 2016 in MWh/capita**	Energy Demand in URR in MWh/yr***	Energy Demand in URR in TWh/yr***
Switzerland	1.507.718	49	73.878.182	73,88
Germany	2.858.606	26	74.323.756	74,32
France	1.888.480	34	64.208.320	64,21
Total	6.254.804		212.410.258	212,41

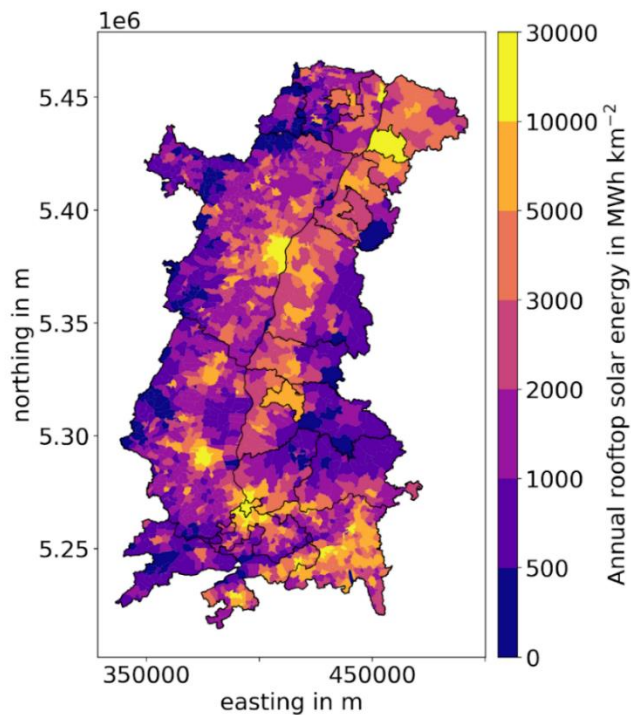
Tabelle 2b: Technisches Potenzial der erneuerbaren Energien in der Oberrheinregion

RE Source	Annual Potential (in TWh/yr)
Wind	128,0
Solar PV Rooftops	52,2
Solar PV Agro	91,5
Solar PV GM	68,0
Biomass	5,2
Hydropower	13,6

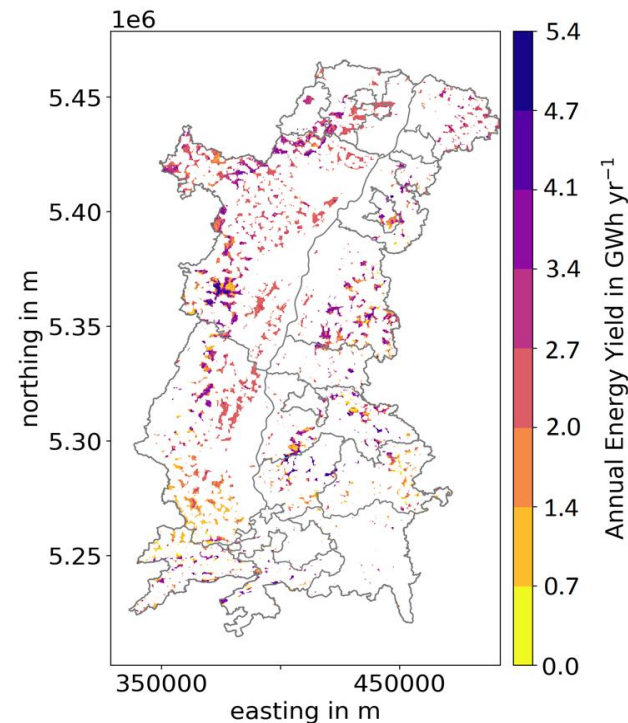
# Arbeitspaket 2 – räumliche Verteilung

Wie ist die räumliche Verteilung der EE Erzeugungspotential und deren Anschlussmöglichkeit an das Stromnetz?

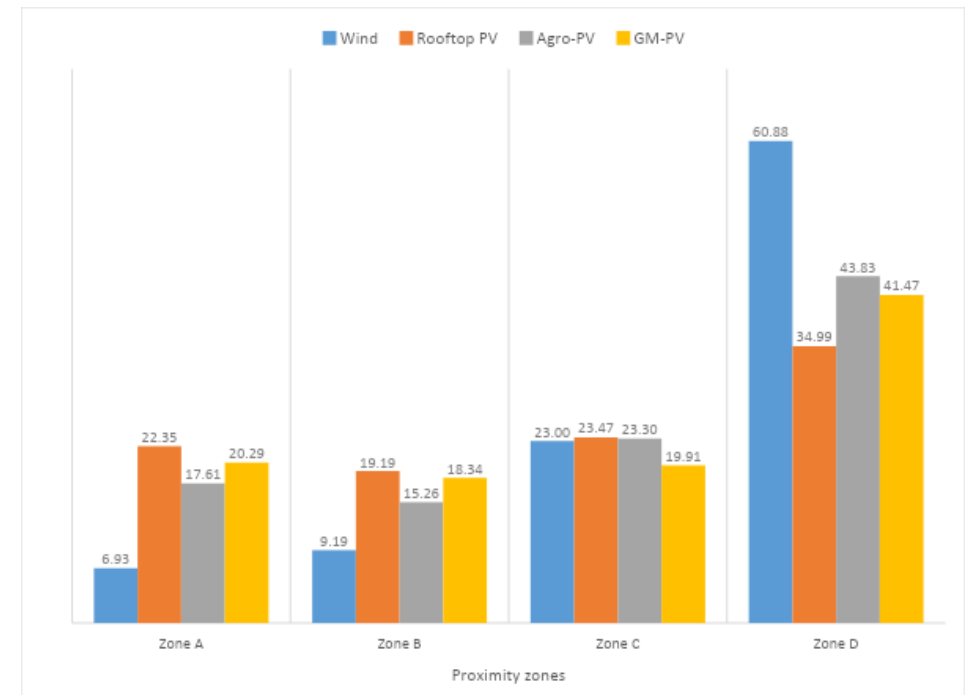
Solarenergie (Dach-PV)



Windenergie



Distanz zum bestehenden Stromnetz



# Arbeitspaket 2 - Geologische Speicherkapazitäten

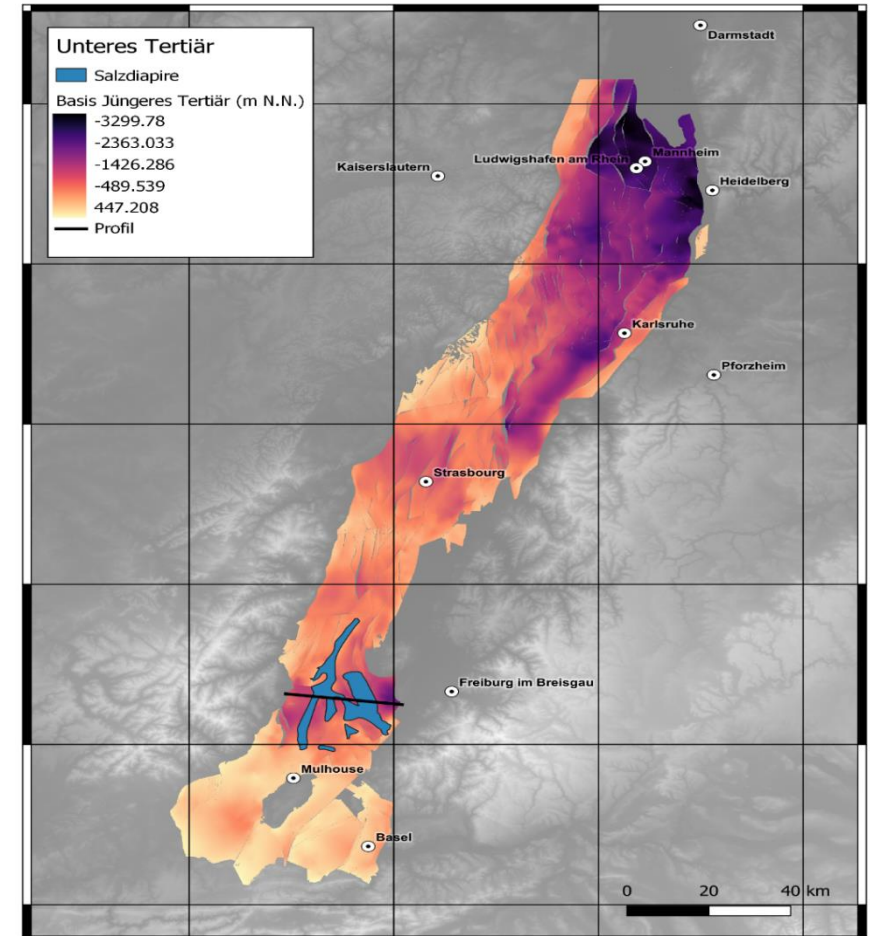
Wie hoch sind die geologischen Speicherkapazitäten?

Wo liegen diese?

Wie schnell sind diese nutzbar?

Speicherung von Energie bis zu 11 TWh wäre im ORG umsetzbar.

- Porenspeichern lokale geologischen Gegebenheiten müssen untersucht werden, lokal wenig eingegrenzt.
- Salzkavernenspeicherung räumlich gut eingegrenzt werden.



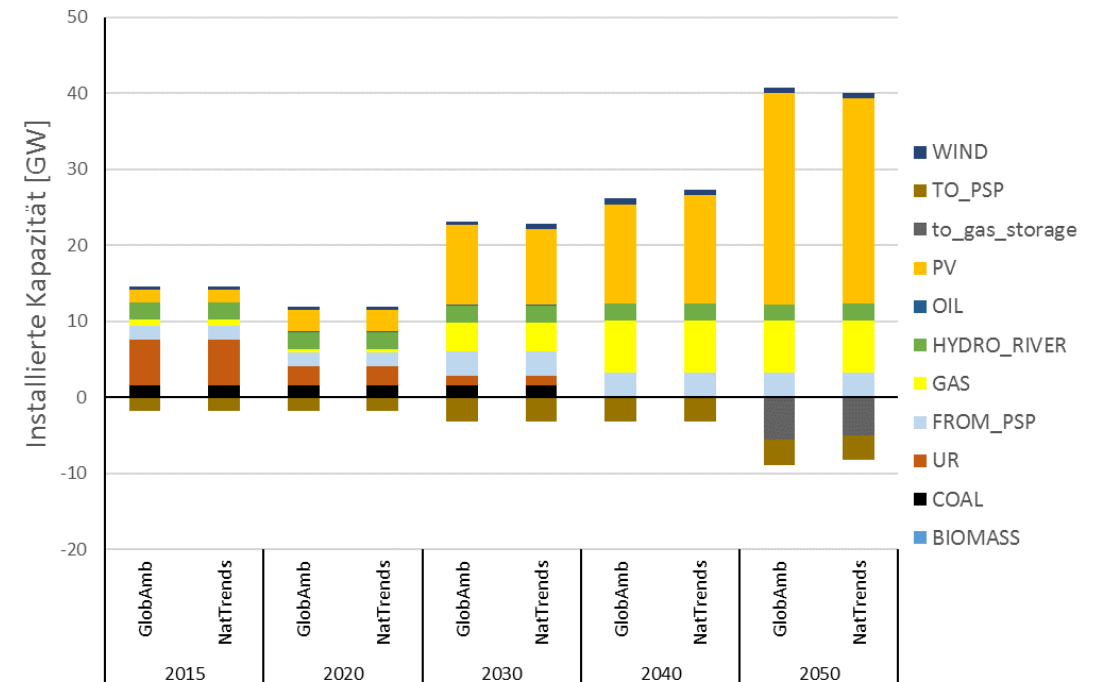
# Arbeitspaket 3 - Energieszenarien

Wie hoch ist der mögliche Stromselbstversorgungsgrad ORR?

Welche Voraussetzungen sind erforderlich bei einem EE-Anteil von 80% (Szenario)?

Modellierung mit Persus-EU-Modell (KIT-DIFU)

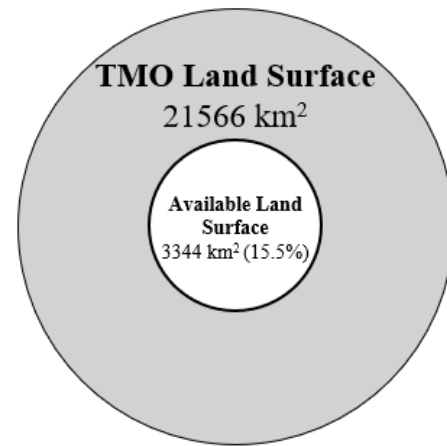
Modellierung mit „Regional Energy Planning Model“ (REPM) (Unistra/CNRS-LIVE)





# Arbeitspaket 3 - Flächenbedarf

**Welcher Flächenverbrauch ergibt sich bei Abdeckung von 100% des Strombedarfs aus Wind und Solar?**



**Land Surface required for 100% of the electric energy demand**

**Onshore Wind Turbines**  
1042-3320 km<sup>2</sup>  
(4.84% - 15.42%)



**Utility Solar Photovoltaic**  
742-1133 km<sup>2</sup>  
(3.45% - 5.26%)

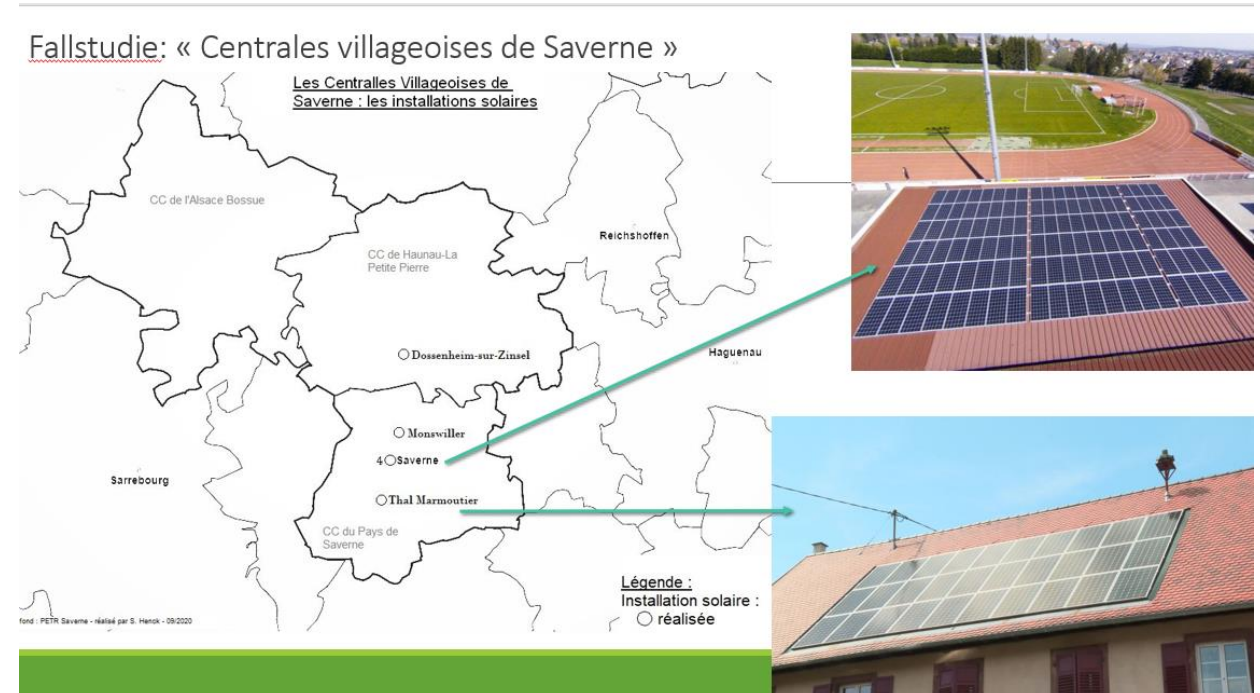


Modell REPM: Erforderliche Landfläche (km<sup>2</sup>) zur Deckung von 100 % des Strombedarfs durch Solarenergie (Photovoltaik) oder Windkraft (Onshore-Windkraftanlagen) und verfügbare TMO-Landfläche.

# Arbeitspaket 4 - Bürgerenergieprojekte

Welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein, um Bürgerenergieprojekt zu befördern?

Basis der Ergebnisse sind Fallstudien




# Arbeitspaket 5 – Rechtlicher Rahmen

---

Welcher Rechtsrahmen ist notwendig um transnationale erneuerbare Energieprojekte zu befördern?

Gibt es genügend geeignete Rechtsvorschriften um grünen Wasserstoff transnational voran zu bringen?

Wie beschränken rechtlich-administrative Vorgaben die Entwicklung von Wind und PV?



Laws



Standards



Guidances

# Arbeitspaket 6 – Ordnungspolitik

---

Was verzögert die Expansion eines grenzüberschreitenden nachhaltigen Strommarktes?

Gibt es einen Zusammenhang zwischen Informationsstand zur Anlagentechnik für EE und der Beteiligungsbereitschaft an Genossenschaften bei Bürgern?

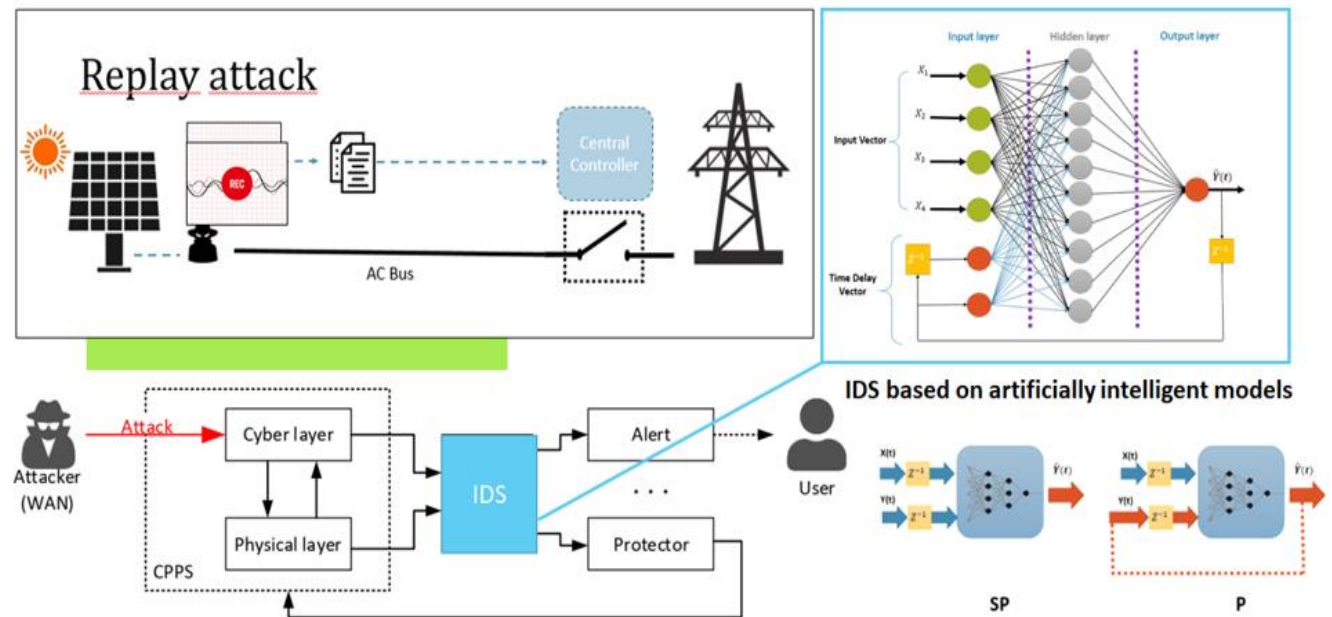
Gibt es eine Korrelation zwischen individuellem Einkommen und Beteiligungsbereitschaft an gemeinsamen Energiegenossenschaften?



# Arbeitspaket 7 - Netzsicherheit

Wie muss das Stromnetzsystem gestaltet werden, um bei zunehmender Komplexität durch EE Energiesystem sicher und widerstandsfähig zu sein?

Inwieweit sind intelligente Stromnetze eine zentrale Forderung innerhalb dezentraler Energiesysteme?





Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE)  
Der Oberrhein wächst zusammen mit jedem Projekt



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Merci beaucoup pour votre attention!

**Kontakt:**

Prof. Dr. Barbara Koch  
RES-TMO Projektleitung  
Zentrum für Erneuerbare Energien (ZEE) und  
Professur für Fernerkundung und  
Landschaftsinformationssysteme (FeLis)  
[barbara.koch@felis.uni-freiburg.de](mailto:barbara.koch@felis.uni-freiburg.de)  
0049 761 203 3694

<https://www.res-tmo.com/>



Quelle: <https://www.chilli-freiburg.de/wp-content/uploads/Windmu%CC%88hlen-auf-dem-Roskopf-Freiburg-q-O%CC%88kostromgruppe-.jpg>

# Ausgewählte Kernergebnisse



**Potentialanalyse EE:** Das **technische Erzeugungspotenzial** von Wind und Photovoltaik in der TMO übersteigt die TMO-Stromnachfrage, allerdings hohe Speicher- und Reservekapazitäten sind erforderlich, um den intermittierenden Charakter der EE zu bewältigen und die Energienachfrage jederzeit zu decken.



**Energiesystemmodellierung und Szenarioanalyse:** In Energieszenarien mit hohem EE-Anteil (80%) steigt der Bedarf an Energiespeicherung beträchtlich (um das 10-fache), aber es werden immer noch hohe Back-up-Kapazitäten und schnelle Reaktions- und Hochfahrtechnologien benötigt.



**Analyse soziokultureller Rahmenbedingungen:** Die verschiedenen Akteure, die an der Erzeugung und dem Verbrauch erneuerbarer Energien beteiligt sind, sollten von politischen Instanzen stärker berücksichtigt werden und Bürgerenergieprojekte müssen weiter gefördert werden um mehr Energiegerechtigkeit herzustellen.



**Analyse regulatorischer Rahmenbedingungen:** Die Erfordernisse der Versorgungssicherheit und die Koexistenz verschiedener Aspekte (Wirtschaft, Umwelt, Soziales usw.) machen einen wesentlich stärker zentralisierten rechtlich-politischen Rechtsrahmen im TMO-Energiesektor erforderlich.



**Analyse wirtschaftlicher Rahmenbedingungen:** Unsicherheit und asymmetrische Aufteilung der Entwicklungskosten verzögern die Expansion eines grenzüberschreitenden nachhaltigen Strommarktes. Rechtliche Rahmen muss grenzüberschreitend stärker vereinheitlicht werden.



**Cybersicherheitslösungen für Smart Grids:** Microgrids sind eine Technologie für effiziente, sichere und widerstandsfähige cyberphysische (Energie)systeme.