

# ABSCHÄTZUNG DER GROßFLÄCHIGEN AUSWIRKUNGEN VON EGs IN 9 SCHRITTEN

EnInnov 16.-18.02.2022

**Bernadette Fina**

AIT Austrian Institute of Technology



# KONTEXT

- Clean Energy for all Europeans Package von 2019
  - Renewable Energy Directive
  - Electricity Market Directive
- Vorgaben für Erneuerbare-Energiegemeinschaften und Bürgerenergiegemeinschaften
  - Umsetzung in nationales Recht innerhalb von 1-2 Jahren
- Österreich hinsichtlich d. rechtlichen Rahmen Vorreiterrolle in der EU
  - Mitte 2021 Beschluss des Erneuerbaren-Ausbau Gesetzespakets
  - Rechtl. Rahmen für EEGs und BEGs im EAG selbst, sowie im EIWOG verankert
- Mittlerweile: erste Umsetzungen von EEGs und BEGs in AT
- Fehlende Erfahrungswerte mit diesen neuen Konzepten
  - Frage nach Auswirkungen/Potenzialen bei großflächigem Roll-Out
- Entwicklung einer Methode zur Abschätzung der Auswirkungen d. Roll-Out von PV-basierten EGs in 9 Schritten

# ABSCHÄTZUNG DES POTENZIALS PV-BASIERTER EGs IN 9 SCHRITTEN

## *Schritt 1 – Gebäudeanzahl je Gebäudetyp zu einem zukünftigen Zeitpunkt*

- Information bezüglich des aktuellen Gebäudebestands der betrachteten Region
  - keine Vorgaben bzgl. d. Granularität dieser Information (regionale Unterschiede)
  - gewisse Granularität für möglichst realistische Abschätzung
  - z.B. aktuelle Gebäudeanzahl je Gebäudetyp
  - für Österreich: Daten d. Statistik Austria; Gebäudeanzahl f. EFH, kleine MPH (3-10 WE), große MPH ( $\geq 11$  WE)
- Zukünftiger Gebäudebestand
  - Zahlen d. aktuellen Gebäudebestands in Kombination mit
  - Erwarteter Gebäudebestands-Zunahme/Abnahme/Stagnation (ggf. Studien vorhanden, oder basierend auf historischen Entwicklungen)

# ABSCHÄTZUNG DES POTENZIALS PV-BASIERTER EGs IN 9 SCHRITTEN

## Schritt 2 – Gebäudetyp-Subklassifizierung je nach Typ des Daches

- Zwei Dach-Typen: Flachdach und Satteldach
- Unterschiedliche Gebäudetypen – unterschiedliche Prozentsätze v. Flach-/Satteldächern
- Daten dieses Detailgrads mögl. schwer zu beschaffen → Blick in ähnliche Regionen/Länder
- f. Österreich nicht direkt verfügbar → jedoch für Deutschland (Gebäudebestände aufgrund d. Geschichte ausreichende Ähnlichkeit)

Für den Fall Österreichs:

Building type	SFHs	Small MABs	Large MABs
Building number (to date)	1,727,129	175,910	70,940
Share TR	95 %	92 %	75 %
Share FR	5 %	8 %	25 %
Number buildings with TR (to date)	1,640,773	161,837	53,205
Number buildings with FR (to date)	86,356	14,073	17,735
Building number (future)	1,849,755	188,399	75,977
Number buildings with TR (future)	1,757,268	173,327	56,983
Number buildings with FR (future)	92,487	15,072	18,994
Total number of buildings (future)		2,114,131	

# ABSCHÄTZUNG DES POTENZIALS PV-BASIERTER EGs IN 9 SCHRITTEN

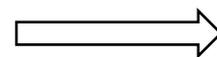
## Schritt 3 – Bestimmen der theoretischen und tatsächlich nutzbaren Dachfläche

- Abschätzung für PV-basierte Energiegemeinschaften (PV Installation am Dach)
- Durchschnittliche theoretische Dachflächen der Gebäudetypen
- Von der theoretischen Dachfläche zur tatsächlich nutzbaren via Minderungsfaktoren wie z.B.
  - Bauliche Restriktionen (Dachaufstiege, Kamine, Gerätschaften auf Dächern, Dachausbau etc.)
  - Verschattung (benachbarte Gebäude, Bäume, etc.)
  - Historische Beschränkungen (Denkmalschutz)
  - Selbstverschattung (insb. bei Flachdächern)

### Theoretische durchschnittliche Dachfläche:

### Tatsächlich (für PV) nutzbare Dachfläche:

Building type	Tilted roofs	Flat roofs	Building type	Tilted roofs	Flat roofs
Single-family buildings	129 m <sup>2</sup>	112 m <sup>2</sup>	Single-family buildings	88.2 m <sup>2</sup>	25.7 m <sup>2</sup>
Small multi-apartment buildings	210 m <sup>2</sup>	158 m <sup>2</sup>	Small multi-apartment buildings	143.6 m <sup>2</sup>	36.3 m <sup>2</sup>
Large multi-apartment buildings	272 m <sup>2</sup>	206 m <sup>2</sup>	Large multi-apartment buildings	186.0 m <sup>2</sup>	47.3 m <sup>2</sup>



$$A_{usable} = A_{theor} * (1 - \mu_1) * (1 - \mu_2) * \dots * (1 - \mu_n)$$

# ABSCHÄTZUNG DES POTENZIALS PV-BASIERTER EGs IN 9 SCHRITTEN

## Schritt 4 – Bestimmen der maximalen und realistisch zu installierenden PV-Kapazität

- Maximal installierbare PV-Kapazität
  - Basierend auf der tatsächlich nutzbaren Dachfläche
  - In Kombination mit Spezifikationen eines PV-Paneels (z.B. 1,5m<sup>2</sup>; 0,3kW<sub>p</sub>)

Building type	Tilted roofs	Flat roofs
Single-family buildings	17.6 kW <sub>p</sub>	5.1 kW <sub>p</sub>
Small multi-apartment buildings	28.7 kW <sub>p</sub>	7.3 kW <sub>p</sub>
Large multi-apartment buildings	37.2 kW <sub>p</sub>	9.5 kW <sub>p</sub>

- Realistisch installierte PV-Kapazität (abh. von Einstrahlung, finanziellen Mitteln, etc.)

Building type	Tilted roofs	Flat roofs
Single-family buildings	4 kW <sub>p</sub>	4 kW <sub>p</sub>
Small multi-apartment buildings	28 kW <sub>p</sub>	7 kW <sub>p</sub>
Large multi-apartment buildings	37 kW <sub>p</sub>	9 kW <sub>p</sub>



- Geringe PV-Kapazitäten auf EFH (im Verhältnis geringe Last zu möglichen PV-Kapazitäten)
- Maximaler PV-Ausbau auf MFH (hohe Gesamtlast + im Verhältnis geringe Dachflächen)

# ABSCHÄTZUNG DES POTENZIALS PV-BASIERTER EGs IN 9 SCHRITTEN

## *Schritt 5 (I) – Anzahl an PV-Anlagen und deren Verteilung auf unterschiedlichen Gebäudetypen (aktueller Stand PV-Anlagen)*

- Daten bezüglich der aktuellen Anzahl an PV-Anlagen
- „Verteilung“ der PV-Anlagen auf die unterschiedlichen Gebäudetypen
  - entweder Daten in dieser Granularität vorhanden, oder Abschätzung nötig...
  - Möglichkeit: Verteilung der PV-Anlagen äquivalent zu Anteil der Gebäudetypen am Gesamtgebäudebestand.
- In AT: 4/5 EFH und je 1/10 kleine und große MFH
- D.h. Annahme: 4/5 aller PV-Anlagen auf EFH, je 1/10 auf kleinen und großen MFH
- Anschließend weitere Sub-Verteilung d. PV-Anlagen je Gebäudetyp auf Flach- und Steildächer
  - z.B. basierend auf den Anteilen d. Flach- und Steildächer der jeweiligen Gebäudetypen (F. 5)

# ABSCHÄTZUNG DES POTENZIALS PV-BASIERTER EGs IN 9 SCHRITTEN

*Schritt 5 (II) – Anzahl an PV-Anlagen und deren Verteilung auf unterschiedlichen Gebäudetypen (zukünftiger Stand PV-Anlagen)*

- Daten über erwartete Entwicklung d. PV-Ausbaus (z.B. Erneuerbaren-Ausbau-Pläne)
- Verteilung auf Gebäudetypen und Umlegen/Umrechnen auf PV-Anlagen Anzahl
- Z.B. in AT: 4 TWh zusätzliches PV-Potenzial bis 2030 (entspricht ca. 4GW an PV-Kapazität)
  - Verteilung dieser 4GW auf die drei unterschiedlichen Gebäudetypen (siehe vorherige Folie)
  - Weitere Sub-Verteilung auf Gebäude mit Flach- und Steildächern je Gebäudetyp
- Wissen über zusätzlich installierte PV-Kapazität pro Gebäude- und Dachtyp kombiniert mit...
- Wissen aus Schritt 4 – realistisch installierte PV-Anlagengröße pro Gebäude- und Dachtyp erlaubt ...
- → Bestimmung der Anzahl der PV-Anlagen

# ABSCHÄTZUNG DES POTENZIALS PV-BASIERTER EGs IN 9 SCHRITTEN

## *Schritt 5 (III) – Anzahl an PV-Anlagen und deren Verteilung auf unterschiedlichen Gebäudetypen*

Building type	Tilted roofs	Flat roofs
Current status		
Single-family buildings	91,666	4,825
Small multi-apartment buildings	11,096	965
Large multi-apartment buildings	9,046	3,015
Additions until 2030		
Single-family buildings	760,000	40,000
Small multi-apartment buildings	13,143	4,571
Large multi-apartment buildings	8,108	11,111
Total in 2030 (current status plus additions until 2030)		
Single-family buildings	851,666	44,825
Small multi-apartment buildings	24,239	5,536
Large multi-apartment buildings	17,154	14,126

# ABSCHÄTZUNG DES POTENZIALS PV-BASIERTER EGs IN 9 SCHRITTEN

## *Schritt 6 – Anteile der Gebäude, die mit PV-Anlagen ausgestattet sind*

Division der Gebäude, die mit PV-Anlagen ausgestattet sind (Anzahl an PV-Anlagen pro Gebäude- und Dachtyp aus Schritt 5; 1 PV-Anlage = 1 Gebäude) durch die Gesamtanzahl der Gebäude  
→ Anteile der Gebäude je Typ, die mit PV-Anlagen ausgestattet sind

Building type	Tilted roofs	Flat roofs
	In 2030	
Single-family buildings	48 %	48 %
Small multi-apartment buildings	14 %	37 %
Large multi-apartment buildings	30 %	74 %

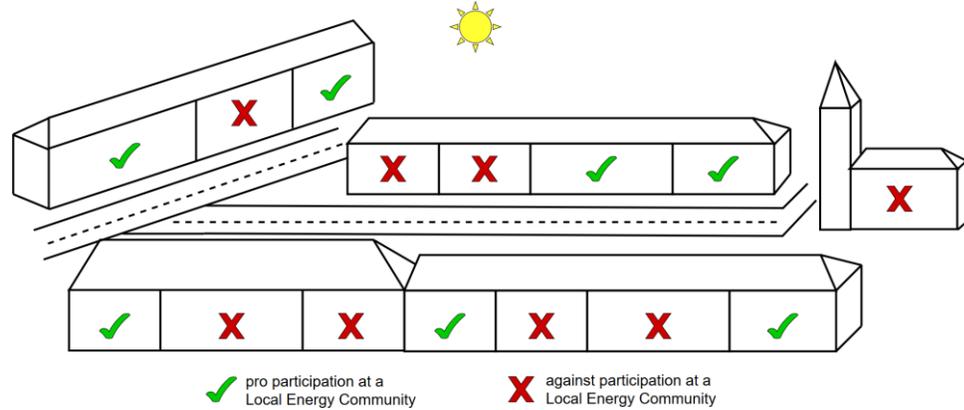
# ABSCHÄTZUNG DES POTENZIALS PV-BASIERTER EGs IN 9 SCHRITTEN

## *Schritt 7 – Definition von Modellenergiegemeinschaften*

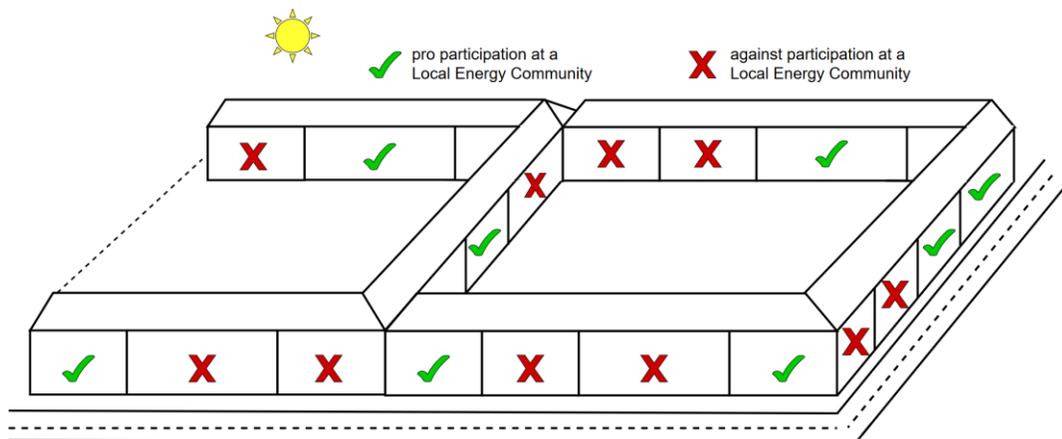
- Typische Form von Energiegemeinschaften z.B. je nach Besiedlungsstruktur, Gebäudetypen,...
- Z.B. in AT – basierend auf den drei Gebäudetypen: drei charakteristische Besiedlungsstrukturen
  - Ländliches Gebiet (EFH)
  - Kleinstadt/Vorstadtbereich (kleine MPH)
  - Stadtbereich (große MPH)
- → Spezifikation einer Modellenergiegemeinschaft je Besiedlungsstruktur
  - Anzahl teilnehmender Gebäude
  - Diffusion von PV-Anlagen innerhalb der EG (Anwendung des Wissens aus Schritt 6 über den Anteil d. Gebäude, die mit PV-Anlagen ausgestattet sind)

# TYPISCHE BESIEDLUNGSSTRUKTUREN

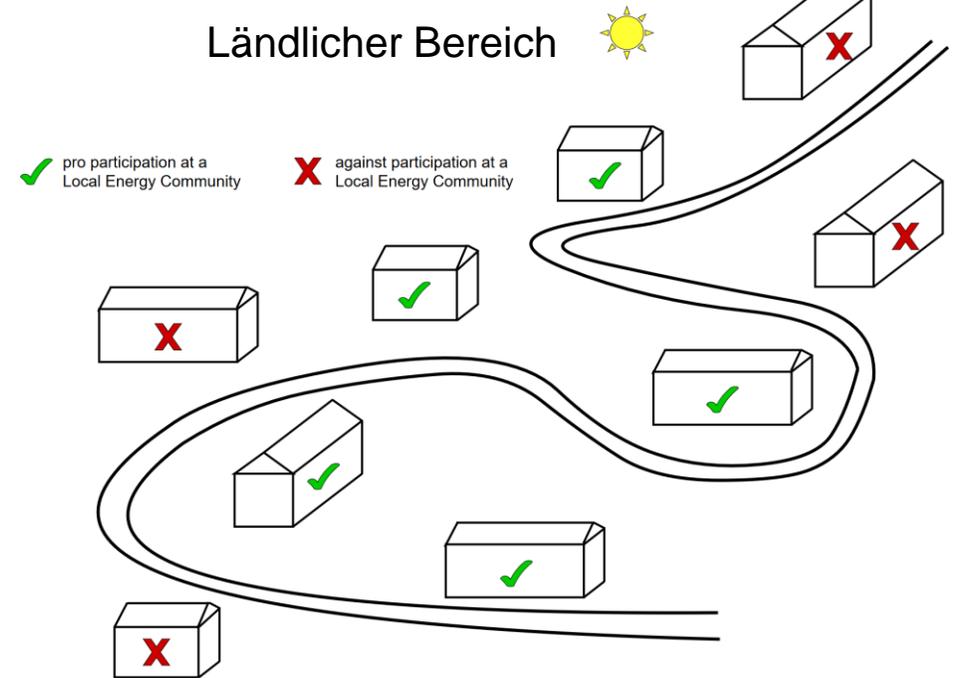
## Kleinstadtbereich



## Stadtbereich



## Ländlicher Bereich



# ABSCHÄTZUNG DES POTENZIALS PV-BASIERTER EGs IN 9 SCHRITTEN

## *Schritt 8 – Durchführen von Berechnungen mit den Modellenergiegemeinschaften*

- Berechnungen f. einzelne Modellenergiegemeinschaften als Basis für die Abschätzung der großflächigen Auswirkungen
- Beispielsweise: Nutzen eines Optimierungsmodells mit dem Ziel der Kostenoptimalität für die gesamte EG unter Bestimmung der kostenoptimalen Energieflüsse

# ABSCHÄTZUNG DES POTENZIALS PV-BASIERTER EGs IN 9 SCHRITTEN

## *Schritt 9 (I) – Abschätzung der großflächigen Auswirkungen des Roll-Outs von Energiegemeinschaften*

- Teilnehmender Gebäudebestand
  - Anzunehmen, dass nur ein bestimmter %-Satz aller Gebäude an EGs teilnimmt
  - Definition eines „Reduction-Factors“ basierend auf möglicher Willingness-to-Participate
    - Tatsächliche Anzahl an Gebäuden, die als EG-Teilnehmende angenommen werden können
    - WTP an „community energy projects“ wird als 1/3 geschätzt<sup>1</sup>
- Anzahl an Energiegemeinschaften
  - Bestimmung mittels Zahl teilnehmender Gebäude und Anzahl an Gebäuden je Modellenergiegemeinschaft 
$$N_{OECs} = N_{Opart\_build} / N_{Obuild\_perEC}$$
- Upscaling
  - Multiplikation d. Anzahl entstehender EGs je Besiedlungsstruktur mit den errechneten Ergebnissen für einzelne Modellenergiegemeinschaften

<sup>1</sup> B. J. Kalkbrenner, J. Roosen, Citizens' willingness to participate in local renewable energy projects: The role of community and trust in Germany, Energy Research & Social Science 13 (2016) 60-70. doi:10.1016/j.erss.2015.12.006.

# ABSCHÄTZUNG DES POTENZIALS PV-BASIERTER EGs IN 9 SCHRITTEN

*Schritt 9 (II) – Abschätzung der großflächigen Auswirkungen des Roll-Outs von Energiegemeinschaften*

Für den Fall AT:

---

	Rural area (SFHs)	Suburban area (sMABs)	City area (IMABs)
Total number	1,849,755	188,399	75,977
Reduced number	616,585	62,800	25,326
Number of ECs	41,106	4,187	1,688

---

Annahme: eine Modellenergiegemeinschaft besteht aus 15 Gebäuden.

# ABSCHÄTZUNG DES POTENZIALS PV-BASIERTER EGS IN 9 SCHRITTEN -- ERGEBNISSE

## Case Study:

- Ländliche Modellenergiegemeinschaft
- 15 teilnehmende Einfamilienhäuser (EFH), Lastprofile zwischen 3500 kWh and 7200 kWh.
- 7 EFH sind mit PV ausgestattet (4kW<sub>p</sub> jeweils, orientiert nach Süd/Ost/West)
- Gründung einer regionalen Erneuerbaren-Energiegemeinschaft

## Optimierung d. ländlichen Modellenergiegemeinschaft hinsichtlich minimaler Kosten:

- Jährliche Ersparnisse durch EG Teilnahme: 2578,96 €
- Jährliche geteilter/gehandelter PV-Strom innerhalb der EG: 9659,08 kWh
- Jährliche monetäre Verluste f. Netzbetreiber d. reduzierte Netzentgelte: 108,95 €

# ABSCHÄTZUNG DES POTENZIALS PV-BASIERTER EGS IN 9 SCHRITTEN -- ERGEBNISSE

Anzahl an ländlichen EGs: 41.106 Stk.

## Ersparnisse durch Teilnahme an ländlicher Energiegemeinschaft:

- Ersparnisse pro EG: 2578,96 € (im Schnitt 171,9 € je teilnehmendem Haushalt)
- Ersparnisse bei Roll-Out: 106 Mio. €
- Wissen über theor. "Gewinnspanne" wichtig für Drittservice-Anbieter

## Einfluss auf die Verkäufe von EVUs:

- Gehandelter PV-Strom innerhalb der EG: 9659,08 kWh
- EVUs würden ca. 397 GWh weniger Strom verkaufen
- Mögl. Kompensation durch Verlagerung d. reinen Stromverkaufs zum Anbieten v. Drittservices für EGs

## Einfluss auf Einnahmen d. Netzbetreibers:

- monetäre Verluste f. Netzbetreiber d. reduzierte Netzentgelte: 108,95 €
- Um 4,5 Mio. € verringerte Einnahmen durch großflächigen Roll-Out regionaler Erneuerbarer-EGs

Achtung: Ergebnisse nur für den ländlichen Bereich in AT, unter der Annahme d. Partizipation von 1/3 d. Gebäude

# ZUSAMMENFASSUNG

- Roll-Out von EGs noch eine große Unbekannte, abhängig von
  - willingness-to-participate (unterschiedliche Motivationen)
  - Ersparnisse vs. Break-Even vs. Mehrkosten
  - organisatorischen Hürden
- Abschätzung d. Auswirkungen/Potenziale d. großflächigen Roll-Outs von EGs wesentlich für verschiedene Stakeholder
  - EG-Teilnehmende selbst
  - EVUs
  - Netzbetreiber
  - Drittleister
  - etc.
- Entwickelte Methode universell anwendbar:
  - verschiedene Regionen/Länder
  - unterschiedliche Granularität d. Input-Parameter möglich
- Limitierung d. Methode: basiert auf einzelnen Gebäuden, nicht auf einzelnen Teilnehmenden (→ Weiterentwicklung möglich!)

# QUELLEN

Methode und Ergebnisse entnommen aus:

B. Fina, C. Monsberger, H. Auer; *A framework to estimate the large-scale impacts of energy community roll-out*; Heliyon, CellPress, 2022 (currently under review)

# ABSCHÄTZUNG DER GROßFLÄCHIGEN AUSWIRKUNGEN VON EGs IN 9 SCHRITTEN

EnInnov 16.-18.02.2022

Dr. DI **Bernadette Fina**

AIT Austrian Institute of Technology

[Bernadette.Fina@ait.ac.at](mailto:Bernadette.Fina@ait.ac.at)

0664 / 883 900 46

