9. Internationale
Energiewirtschaftstagung
an der TU Wien

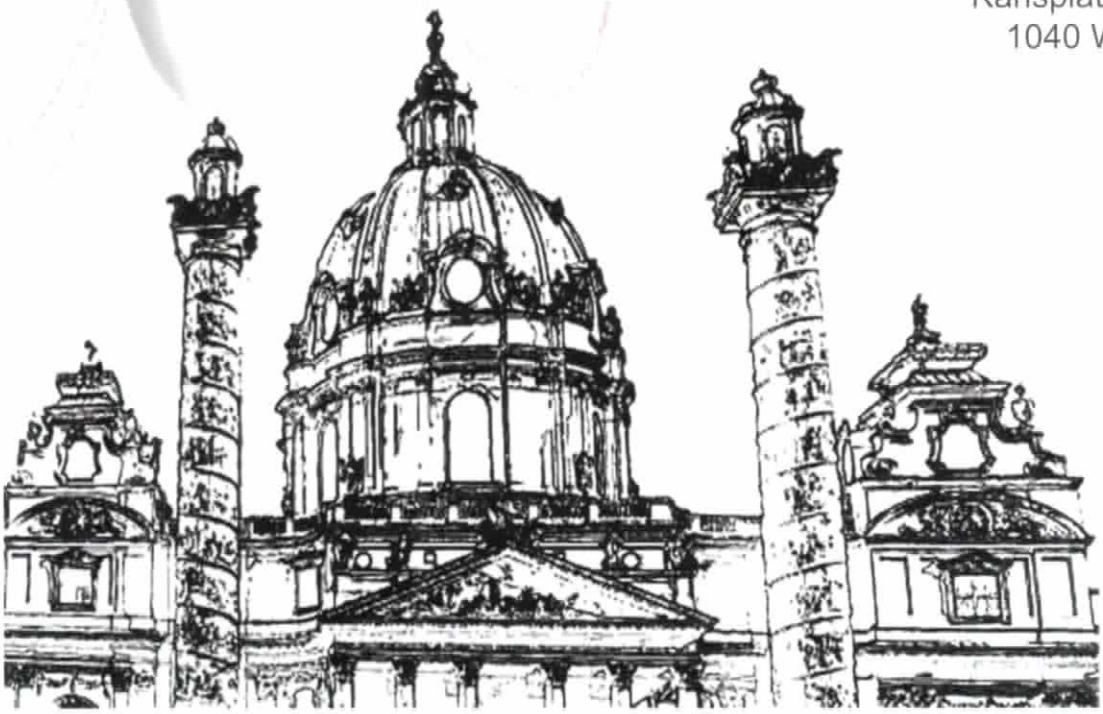
IEWT 2015

Kurzfassungsband

Energiesysteme im Wandel: Evolution oder Revolution?

11. – 13. Februar 2015
Wien, Österreich

Tagungsort:
Technische Universität Wien
Karlsplatz 13
1040 Wien



Veranstalter:

Institut für Energiesysteme und
Elektrische Antriebe der TU Wien (ESEA)

Energy Economics Group (EEG)

Austrian Association for Energy Economics (AAEE)

Optimale PV-Anlagengrößen: Führt der Fokus auf Eigenverbrauch zu höheren Gesamtkosten?

Michael HARTNER [(1)]
Dieter MAYR[(2)]
Andrea KOLLMANN[(3)]
Reinhard HAAS[(1)]

[(1)]Energy Economics Group, Institut für Energiesysteme und Elektrische Antriebe, TU Wien
[(2)]Institut für Nachhaltige Wirtschaftsentwicklung, Universität für Bodenkultur Wien
[(3)]Energieinstitut Linz, Johannes Keppler Universität Linz

Motivation und zentrale Fragestellung

In der Planung von Photovoltaikanlagen (PV) wird oft ein ausreichend großer Eigenverbrauchsanteil (Verhältnis zwischen PV Erzeugung und Eigenverbrauch) als wesentlich für die Wirtschaftlichkeit der Anlage genannt. In Abwesenheit von Speichern bzw. Maßnahmen zur Lastverschiebung lässt sich der Eigenverbrauchsanteil nur über die Größe (installierte Leistung) der Anlage steuern. Dabei führen logischer Weise kleine Anlagen zu höheren Eigenverbrauchsanteilen. Kleinere Anlagen weisen allerdings höhere spezifische Investitionskosten auf. Es besteht also ein Trade-off zwischen hohem Eigenverbrauch und höheren spezifischen Investitionskosten. Daraus ergibt sich eine aus monetärer Sicht optimale Anlagengröße für jeden Haushalt, wenn davon ausgegangen wird, dass der variable Anteil des Haushaltsstrompreises (p_r) höher ist als die Vergütung der Einspeisung in das öffentliche Stromnetz (p_f).
Die optimale Größe aus Sicht eines Haushalts hängt letztendlich vom Verlauf der Investitionskosten (fixer vs. variabler Anteil), des Eigenverbrauchs und der Gesamterlöse (Ersparnisse + Erlöse für Überschüsse) über die Größe der Anlage ab.
Unter bestimmten Rahmenbedingungen können aus Sicht der Haushalte Anreize für sehr kleine Anlagen (z.B. unter 3 kW) bestehen. Aus gesamtwirtschaftlicher Sicht führen kleine Anlagen allerdings zu höheren Gesamtkosten zur Integration von Photovoltaik in das Stromsystem, falls aus Sicht der Verteilnetze größere Anlagen installiert werden könnten. Die Relevanz dieser höheren Investitionskosten bei kleinen Anlagengrößen hängt hauptsächlich vom Kostenverlauf der Anlagen im Bereich zwischen 1 und 10 kW ab.
In dieser Studie werden optimale PV Anlagengrößen für mehr als 800 gemessene Haushalte in Österreich für unterschiedliche Kostenverläufe und Einspeisevergütungen abgeschätzt. Darüber hinaus wird diskutiert, ob die bestehenden Anreize zu relevanten Kostenineffizienzen bei der Diffusion von PV im Stromsystem führen.

Methodische Vorgangsweise

Die optimale PV Anlagengröße wird als jene installierte Leistung definiert, welche die interne Verzinsung (IRR) der Investition in eine PV Anlage maximiert. Die optimale Größe (x) ergibt sich damit aus folgendem Optimierungsproblem:

$$\max_x IRR(x) \quad 0 = -(c_{fix} + c_{var}\, x) + \sum_{t=0}^{T} \frac{E(x)_t \theta(x)_t p_r + E(x)_t (1-\theta(x)_t) p_f - Opex_t \cdot x}{(1+IRR)^t}$$

$$s.t.: 0 < x < x_{max}$$

mit:

x	PV Anlagengröße [kW]	E_t	Energetischer Ertrag der Anlage [kWh/a]
IRR	Interner Zinsfuss der Anlage [-]	θ_t	Eigenverbrauchsanteil [-]
$Opex_t$	Instandhaltungs- und Wartungskosten [€/a]	p_r	Arbeitsabhängiger Haushaltsstrompreis [€/MWh]
c_{fix}	Fixkosten der Investition [€]	p_f	Einspeisevergütung [€/MWh]
c_{var}	Variable Kosten der Investition [€/kW]	x_{max}	Maximale Größe der Anlage [kW]
T	Betrachtungshorizont [a]		

Die optimale Größe wird für mehr als 800 über ein Jahr in Österreich gemessene Haushalte (15min Zeitauflösung) berechnet. Dabei werden für jeden Haushalt 32 Szenarien unterschieden. Diese unterscheiden sich zunächst durch die Vergütung der Einspeisung. In einem „HighFIT“ Szenario wird von einer Einspeisevergütung des Überschussstroms von 10 cent/kWh ausgegangen. Im „BaseFIT“ Szenario erhält der Haushalt 4 cent/kWh und Szenario „Spot market prices“ wird die Überschusseinspeisung mit dem dazugehörigen stündlichen Spotmarktpreis bewertet. Der

Eigenverbrauch wird jeweils mit 16.5 cent/kWh bewertet. Dazu werden 6 unterschiedliche PV Investitionskostenverläufe unterschieden. Dabei werden die Kostenkomponenten (c_{fix} und c_{var}) über Regressionsanalysen aus mehr als 10000 PV Anlagenpreisen aus den Jahren 2008 bis 2013 für jedes Jahr einzeln abgeschätzt. Die Abschätzungen ergeben einen stärkeren Rückgang der variablen Kostenanteile (fallende Modulpreise) im Vergleich zu den Fixkosten. Zusätzlich werden Investitionskosten mit und ohne Investitionsförderungen unterschieden. Die PV Erzeugung wird mit Strahlungsdaten über denselben Zeitraum ebenfalls in 15min Zeitintervallen simuliert. Die Größe der PV Anlage wird mit x_{max}=*20 [kW]* begrenzt.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Abbildung 1 zeigt die Ergebnisse der Simulation zur optimalen Größe der Anlagen (ohne Förderung), wobei die Größen für alle Haushalte als Boxplot dargestellt werden. Es zeigt sich, dass die optimalen Größen stark von den Kostenkurven und den Einspeisevergütungen abhängen. Im HighFIT Szenario sind die Medianwerte durchwegs über 6 kW, während diese in den beiden anderen Vergütungsszenarien zwischen 2 kW und 7 kW liegen. Weiters zeigt sich, dass aufgrund der im Vergleich zu den Fixkosten stärker gesunkenen Modulpreise Anreize für größere Anlagen auch im Haushaltsbereich bestehen. Im HighFIT Szenario ergibt unter der Annahme der abgeschätzten Kostenstrukturen im Jahr 2012 und 2013 die maximale Größe von 20 kW für alle Haushalte die höchste Verzinsung. Auch in den anderen beiden Vergütungsszenarien steigen die optimalen Größen in diesen Jahren stark an.

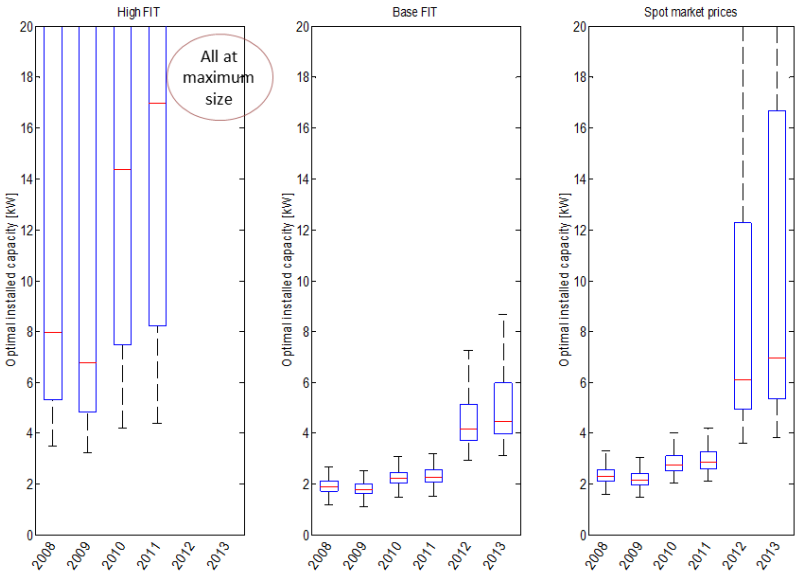


Abbildung 1: Optimale Größe von PV Anlagen für jeweils 800 Haushalte bei unterschiedlichen historischen Kostenkurven und Einspeisevergütungen

Bei den Szenarien „BaseFIT“ und „Spot market prices“ zeigt sich, dass die hohe Bewertung des Eigenverbrauchs im Vergleich zur Überschusseinspeisung Anreize für relativ kleine Anlagen liefert. Während dies dem Ziel von hohen Eigenverbrauchsanteilen entgegen kommt, stellt sich die Frage, ob Anreize für sehr kleine PV Anlagen (z.B. kleiner 3 kW) aus einer gesamtwirtschaftlichen Perspektive kosteneffizient sind. Die Ausnutzung der Dachflächen und damit größere Anlagen im Bereich von 5 kW bis 10 kW wären aus rein monetärer Sicht kostengünstiger. Erste Simulationen haben gezeigt, dass die Integration von Anlagengrößen bis zu 10 kW in Verteilnetze ohne zusätzliche Investitionen möglich sind. Im Vergleich zu historischen Kosten der in Österreich geförderten Anlagen im Haushaltsbereich würde ein Verdopplung der durchschnittlichen Größen der Anlagen von etwa 4 kW auf 8 kW zu 10% geringeren Investitionskosten bei gleicher installierter Leistung führen.

Die hohe Bewertung des Eigenverbrauchs im Vergleich zu Überschusseinspeisung kann also aufgrund der daraus resultierenden geringen Anlagengrößen zu höheren Integrationskosten von dezentralen erneuerbaren Energien führen. Darauf ist bei der Gestaltung von Förderungen und Vergütungen der Erzeugung im Bereich dezentraler Energiebereitstellung zu achten. Anreize für sehr kleine Erzeugungseinheiten sollten nach Ansicht der Autoren vermieden werden, sofern die Nutzung von Überschüssen ohne zusätzliche Investitionen in Verteilnetze möglich ist.