

L'ATTRATTIVA DELL' AUTOPRODUZIONE DI FV

La produzione autonoma di energia solare è una tendenza di grande attualità. Dal 2018, una nuova legislazione ha favorito la formazione di comunità di autoconsumo (RCP) che permettono di condividere l'energia elettrica fotovoltaica autoprodotta tra più consumatori su un unico fondo o su fondi confinanti. Un progetto pilota sostenuto dall'UFE ha ora analizzato più da vicino le conseguenze finanziarie di questo tipo di raggruppamento, arrivando a formulare le seguenti conclusioni: i partecipanti all'RCP in esame beneficiano di elettricità solare a basso costo. Questo non significa tuttavia che massimizzare il consumo proprio si traduca automaticamente in una bolletta elettrica più bassa.



Fritz Lüpold è uno dei nuovi residenti del complesso residenziale di Möriken-Wildegg. La possibilità di usare energia solare autoprodotta è stata uno dei motivi per cui si è trasferito qui con sua moglie. Foto: B. Vogel

Una mattina di sole a Möriken (AG). Fritz Lüpold esce di casa per lasciare lungo la strada due pacchi legati con spago per il servizio di raccolta della carta usata. È pensionato e vive nel nuovo complesso residenziale sul Grabenweg. «Abbiamo venduto la nostra casa e ci siamo trasferiti qui, in parte perché qui possiamo usare l'energia fotovoltaica che produciamo», racconta Fritz Lüpold. I moduli fotovoltaici (FV) ricoprono non solo i tetti, ma anche il padiglione nel cortile interno, i davanzali degli attici e parte delle pareti del complesso. Ma non è tutto: «All'interno del nostro appartamento abbiamo un display», continua Lüpold, «su cui possiamo vedere quando il nostro sistema sta producendo energia fotovoltaica. Quando si accende una spia luminosa verde, è il segnale che possiamo accendere la lavastoviglie o la lavatrice: in questo caso useremo infatti la nostra energia elettrica, che è persino più economica della bassa tariffa».

Fritz Lüpold e sua moglie sono tra le circa 100 persone che si sono trasferite dal 2019 nei 35 appartamenti di proprietà o in affitto del complesso residenziale sul Grabenweg. Come è usuale per le nuove costruzioni, le quattro case plurifamiliari sono dotate di un eccellente isolamento termico (standard Minergie-P-ECO). L'acqua calda sanitaria e l'acqua di riscaldamento sono prodotte da pompe di calore salamoia-acqua. In estate, il calore degli appartamenti viene utilizzato per rigenerare il terreno attraverso il sistema di riscaldamento a pavimento. Nel parcheggio sotterraneo sono disponibili stazioni di ricarica per veicoli elettrici. L'energia elettrica è fornita al complesso da un impianto fotovoltaico con una potenza di 164 kWp. Nel suo primo anno di funzionamento, ha generato 153.000 kWh di energia elettrica – più del previsto, e più di quello che i residenti nei 35 appartamenti consumano nel corso di un anno.

Incentivi per spingere al massimo il consumo proprio

In linea di massima, tutti questi aspetti non sono nuovi, e nemmeno il fatto che i residenti di un complesso residenziale si organizzino in un «raggruppamento ai fini del consumo proprio» (RCP), ossia in una comunità che autoproduce l'energia solare di cui ha bisogno. Ciò che è nuovo, tuttavia, sono il sistema di controllo intelligente e gli strumenti utilizzati per aumentare il consumo proprio: un display in ogni appartamento segnala ai residenti quando viene prodotta energia fotovoltaica ed è quindi più conveniente usare i propri apparecchi elettrici. L'energia prodotta in tempo reale dall'impianto fotovoltaico è disponibile attraverso una «presa solare»



Il complesso residenziale di Möriken-Wildegg (AG) è costituito da quattro palazzine di 35 appartamenti. Foto: B. Vogel



La potenza totale dell'impianto fotovoltaico è di 164 kWp, di cui 120 kWp sono installati sul tetto e 44 kWp su davanzali e pareti delle case. Secondo una stima approssimativa, questi ultimi contribuiscono per circa il 20% alla resa di energia solare. Foto: B. Vogel

installata in ogni appartamento. Inoltre, l'RCP dispone di un sistema di controllo automatico, il cosiddetto «Eigenverbrauchsmanager, EVM» (programmatore del consumo proprio), che programma il funzionamento delle pompe di calore, delle lavatrici e delle lavastoviglie solo quando è disponibile energia autoprodotta, a condizione che la gestione di queste utenze tramite controllo automatico sia stata approvata. L'intenzione: consumare possibilmente tutta l'energia solare autoprodotta direttamente sul posto.

Questo obiettivo è stato raggiunto in larga misura. Lo dimostra un progetto di monitoraggio condotto dalla Scuola universitaria professionale della Svizzera nordoccidentale (FHNW) per il periodo di misurazione da settembre 2019 ad agosto 2020.

La maggior parte degli elettrodomestici sono stati azionati con energia solare, sia manualmente (quando la luce verde è accesa) sia tramite la funzione automatica (controllo tramite EVM), come mostra l'analisi dei dati. Anche la presa solare è stata accolta favorevolmente. In conclusione, sono stati usati localmente ben due quinti dell'energia fotovoltaica autoprodotta (quota di consumo proprio: 39,8%) – senza l'uso dell'EVM, si stima che la quota scenderebbe a circa il 20%. Rispetto a un fabbisogno annuale di energia elettrica del complesso residenziale pari a ca. 138.000 kWh, ben 61.000 kWh sono stati coperti con l'energia solare autoprodotta (grado di autarchia: 45,6%). Questi valori sono stati raggiunti senza accumulatori a batteria, grazie all'accumulo termico dell'energia nelle caldaie termiche ad acqua calda e nella massa degli edifici. Ciò consente di «surriscaldare» i locali di uno o due gradi con la produzione fotovoltaica diurna, in modo tale da immagazzinare l'esubero di energia nell'edificio per utilizzarlo nelle ore serali e notturne. Gli accumulatori termici di acqua calda sono stati sovradimensionati di circa due volte.

La partecipazione all'RCP ripaga i residenti

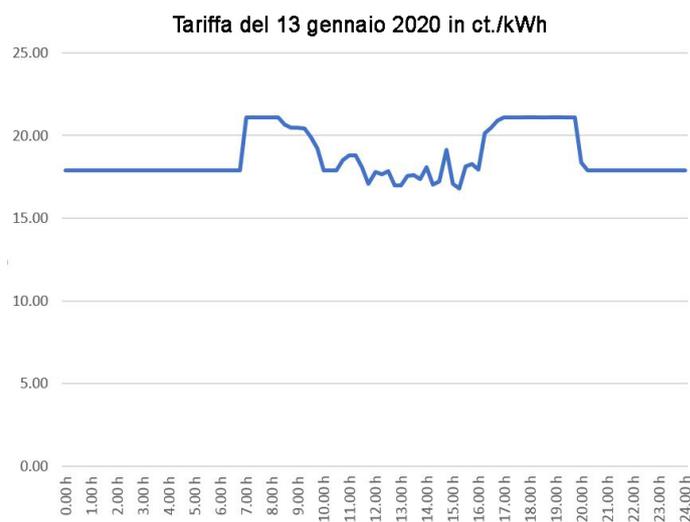
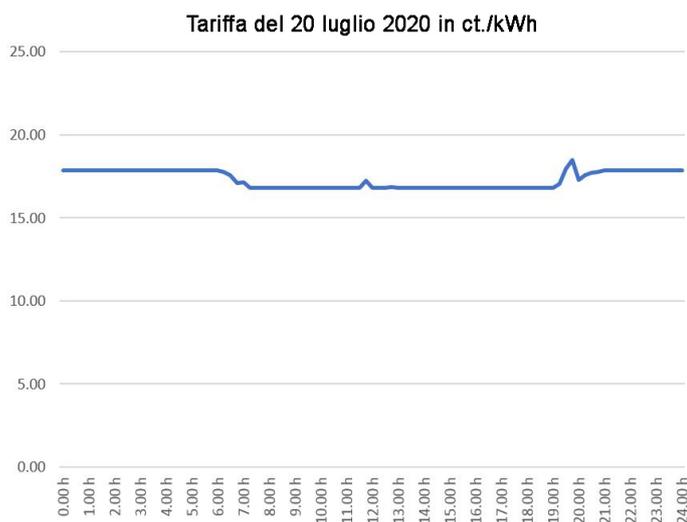
Lo studio di monitoraggio si è concentrato sull'aspetto finanziario della comunità di autoconsumo. L'acquisto di un potente impianto fotovoltaico è vantaggioso per i residenti, come evidenziato dallo studio sulle misurazioni effettuate nel



Una spia luminosa verde segnala ai residenti quando è disponibile energia elettrica fotovoltaica autoprodotta. In questo caso, l'energia solare può anche essere prelevata direttamente dalla «presa solare». Foto: Rapporto finale dell'UFE

2019/20: nei dodici mesi in esame, i residenti hanno registrato in totale 29.310 franchi alla voce spese elettriche. Se avessero coperto il loro fabbisogno energetico in pari misura e nelle stesse ore del giorno in alta e bassa tariffa attingendo unicamente dalla rete elettrica, avrebbero dovuto pagare come comunità 2.235 franchi in più (+ 8%). Il rapporto finale conclude osservando che il raggruppamento ai fini del consumo proprio è stato dunque chiaramente un «buon investimento» per i residenti.

È lecito dunque concludere che una comunità RCP beneficia di vantaggi finanziari in misura proporzionale alla quantità di energia autoprodotta che consuma? Secondo Hans Gysin, professore della FHNW e autore dello studio di monitoraggio,



Tariffa elettrica in un giorno d'estate (a sinistra) e in un giorno d'inverno (a destra): In estate, i residenti possono godere maggiormente dell'energia elettrica fotovoltaica a basso costo perché è spesso disponibile in quantità sufficiente durante il periodo di alta tariffa tra le 07.00 e le 20.00. In inverno è diverso: nelle ore del mattino e della sera non c'è sole e l'elettricità deve essere acquistata dalla rete ad alta tariffa. Pertanto, durante il giorno viene prodotta elettricità fotovoltaica, ma se la produzione non copre il fabbisogno deve essere acquistata ulteriore energia elettrica ad alta tariffa. Questo si traduce in una tariffa mista (il grafico mostra i valori rilevati ogni quindici minuti). Nel giorno dell'esempio (13 gennaio 2020), questa tariffa mista riferita al periodo dalle 07.00 alle 20.00 è stata di 19,35 ct./kWh – circa 1,5 ct./kWh sopra la bassa tariffa. Illustrazione grafica: Rapporto finale dell'UFE

IL PROGRAMMATORE DEL CONSUMO PROPRIO REGOLA E OTTIMIZZA

Il complesso residenziale sul Grabenweg deve riuscire a consumare quanta più energia elettrica autoprodotta possibile. Ciò è reso possibile grazie all'impiego di un software sviluppato appositamente per la regolazione del consumo proprio di energia solare (Eigenverbrauchsmanager/EVM) che compensa le forti oscillazioni della produzione di energia solare e, di conseguenza, dei consumi di energia elettrica.

L'EVM controlla il funzionamento degli impianti in base ai valori di produzione e consumo di energia elettrica che vengono misurati costantemente. Non appena la produzione dell'impianto fotovoltaico supera il consumo dell'area in una finestra di 15 minuti, l'EVM segnala «energia elettrica FV disponibile». Da questo momento, i dispositivi controllati dall'EVM saranno azionati individualmente in modo tale da concentrare quanto più possibile i consumi nelle ore in cui è disponibile energia solare autoprodotta. Inoltre, una luce verde negli appartamenti indica ai residenti quando è possibile usare l'elettricità fotovoltaica. Se la frazione solare è troppo bassa, la luce cambia da verde a rossa, senza causare interruzioni di alimentazione agli elettrodomestici che dovessero essere già in funzione.

La tariffa elettrica pagata dai residenti è variabile e viene calcolata a intervalli di 15 minuti: se la produzione di energia fotovoltaica è stata sufficiente a coprire il fabbisogno negli ultimi 15 minuti, si applica la tariffa FV. Se, invece, durante l'ultimo quarto d'ora sono stati ad es. coperti due terzi della domanda con elettricità FV e un terzo dalla rete, per questo quarto d'ora si applica una tariffa mista, composta per due terzi dalla tariffa FV e per un terzo dall'alta tariffa.

Se, per esempio, un residente accende la lavatrice alle 11.00 del mattino perché la luce verde è accesa («energia elettrica FV disponibile»), non è dato sapere quale percentuale del ciclo di lavaggio sarà effettivamente coperta dall'elettricità FV. Nel caso migliore, sarà disponibile elettricità FV per tutta la durata di lavaggio di 2,5 ore di modo tale che il residente beneficerà della tariffa FV per tutto il tempo. Nel peggiore dei casi, alle 11.15 scoppierà un temporale che farà crollare la produzione fotovoltaica, pertanto il ciclo di lavaggio sarà coperto principalmente dall'elettricità prelevata dalla rete, che in questo momento del giorno è calcolata alla tariffa più alta. BV

questa speranza non è confermata: «Spostare selettivamente il consumo di elettricità nelle ore in cui viene prodotta energia solare non fornisce alcun beneficio aggiuntivo, ma può essere considerato finanziariamente come una partita a posta zero nell'anno in esame 2019/20». Secondo Gysin, il motivo va ricercato nell'attuale struttura tariffaria: nell'RCP, l'elettricità solare autoprodotta è costata 16,68 ct./kWh, ossia poco più di un centesimo in meno della bassa tariffa (17,76 ct./kWh). Fintanto che la differenza tra l'energia elettrica fotovoltaica autoprodotta e la bassa tariffa rimane così esigua, non può esservi alcun vantaggio finanziario per i residenti nel massimizzare il consumo proprio.

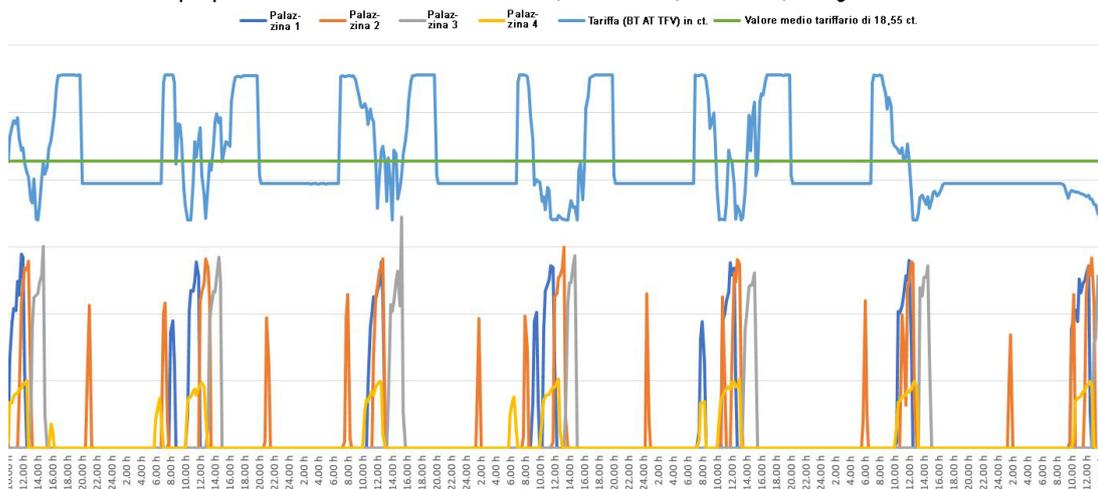
Tariffa FV solo quando conviene

Il ricercatore della FHNW sostiene la tesi centrale del suo studio con vari calcoli dettagliati basati su diversi milioni di dati aggregati di misurazione, che documentano la produzione e i consumi di energia elettrica sull'area con cadenza di quindici

minuti. Tutti gli sforzi si sono concentrati sulla massimizzazione del consumo proprio di energia fotovoltaica. Quando l'elettricità solare autoprodotta non è stata sufficiente per soddisfare la domanda, è stata acquistata energia elettrica supplementare dalla rete ad alta (20,99 ct./kWh) o bassa (17,76 ct./kWh) tariffa in base all'ora del giorno. L'analisi dei dati mostra che nelle giornate estive soleggiate la produzione FV copre l'intero fabbisogno, pertanto i residenti beneficiano della tariffa FV più conveniente. Ma negli altri mesi dell'anno l'energia solare è spesso insufficiente, pertanto durante «le ore solari» (cioè durante il giorno) è necessario un prelievo dalla rete di energia elettrica ad alta tariffa. Tutto questo si traduce spesso in una tariffa mista che è significativamente più alta della tariffa FV e della bassa tariffa (cfr. figura p.3).

In altre parole, nel corso dell'anno si verifica spesso la situazione in cui il consumo di elettricità nelle ore diurne, quando l'impianto fotovoltaico è in funzione, è più costoso rispetto al

Le 4 pompe di calore nel funzionamento acua calda, inverno 2020, settimana 2, 6-12 gennaio 2020



Il grafico mostra le ore di funzionamento delle quattro pompe di calore del complesso residenziale per una settimana invernale di gennaio (sotto) e la tariffa elettrica di volta in volta applicabile ai residenti (sopra). Il valore medio della tariffa per questa settimana è di 18,55 franchi (linea verde), che è significativamente più alto della bassa tariffa. Illustrazione grafica: Rapporto finale dell'UFE

prelievo di energia elettrica nelle ore a bassa tariffa (di notte, nel weekend). I calcoli mostrano che massimizzare il consumo proprio è addirittura svantaggioso sul piano finanziario, sia per le economie domestiche sia per le pompe di calore (che incidono pesantemente sui consumi di elettricità) (cfr. riquadro di testo p.4). Tuttavia, la perdita finanziaria causata dalla massimizzazione della quota di consumo proprio ammonta solo a pochi franchi in tutto l'anno. Un alto livello di consumo proprio dà quindi ai residenti la soddisfazione di coprire il proprio fabbisogno di elettricità con un'alta percentuale di energia solare prodotta in modo sostenibile, ma da un punto di vista finanziario questo non dà loro alcun vantaggio aggiuntivo alle tariffe attuali. Rimane da notare che le tariffe (specialmente quelle per l'energia fotovoltaica) si applicano solo al presente progetto e possono essere molto diverse in altre aree di distribuzione.

Il gestore trae vantaggio da un elevato consumo proprio

Gli autori del rapporto finale del progetto hanno fatto luce sull'argomento anche dal punto di vista del gestore dell'RCP, in questo caso l'azienda elettrica locale RTB Möriken-Wildeg. Il gestore trae beneficio da un elevato consumo proprio perché la vendita di elettricità fotovoltaica ai residenti è più redditizia (poco meno di 17 ct./kWh) rispetto alla sua immissione in rete (in questo caso poco meno di 7 ct./kWh). Un calcolo del ritorno dell'investimento per l'impianto solare, inclusa la tecnologia di misurazione e controllo, stima al 5,2% il tasso di rendimento dell'investimento del gestore durante il progetto pilota annuale (senza sovvenzioni per l'impianto fo-

tovoltaico si attesterebbe al 3%). La quota di consumo proprio determina quindi, indirettamente, anche l'attrattiva di un RCP per un investitore, sottolinea David Zogg (Smart Energy Engineering GmbH): «Grazie al nostro programmatore del

PARTNER DI PROGETTO

Il complesso residenziale sul Grabenweg nel Comune di Möriken-Wildeg (AG) è stato realizzato dalla Setz Architektur AG di Werner Setz e David Zimmerli. Il software del programmatore del consumo proprio con relativo sistema di acquisizione dati sono stati sviluppati dalla Smart Energy Control AG (oggi: Smart Energy Engineering GmbH). Questo software consente anche la fatturazione dei costi energetici per i residenti sulla base di una tariffa elettrica variabile («Real Time Pricing»). Il monitoraggio nel primo anno d'esercizio è stato effettuato dal Prof. Hans Gysin (Istituto di Automazione della Scuola universitaria professionale della Svizzera nordoccidentale).

Il progetto è stato sostenuto dal programma pilota e di dimostrazione dell'Ufficio federale dell'energia (UFE). In questo modo, l'UFE promuove lo sviluppo e la sperimentazione di tecnologie, soluzioni e approcci innovativi che danno un contributo significativo all'efficienza energetica o all'uso delle energie rinnovabili. Le domande per le sovvenzioni possono essere presentate in qualsiasi momento. BV

➔ www.bfe.admin.ch/pilotdemonstration

consumo proprio è stato possibile incrementare il consumo proprio in modo massiccio e il gestore ha realizzato un interessante ritorno sul suo investimento nell'energia solare».

- Il **rapporto finale** sul progetto «Innovative Eigenverbrauchsoptimierung für Mehrfamilienhaus-Arealüberbauung mit lokaler Strombörse in Möriken-Wildegg» è consultabile sul sito:
<https://www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=38727>.
- Per **informazioni** sul progetto è possibile contattare il Dr. Michael Moser ([michael.moser\[at\]bfe.admin.ch](mailto:michael.moser[at]bfe.admin.ch)), responsabile del programma di ricerca Reti dell'UFE, e il Dr. Men Wirz ([men.wirz\[at\]bfe.admin.ch](mailto:men.wirz[at]bfe.admin.ch)), responsabile del programma pilota e di dimostrazione dell'UFE.
- Altri **articoli specialistici** su progetti di ricerca, progetti pilota, di dimostrazione e faro in materia di Energia elettrica sono disponibili all'indirizzo
www.jbfe.admin.ch/ec-strom.