

Die innovativen
Anwendungsbereiche:



MONITORING von 7 innovativen PV-Speicher- Anwendungen

Messdatenerhebung
und -auswertung
2020–2023

Im Rahmen des
LEADER Projekts
„Innovative PV-
Stromspeicher-
Anwendungen“ in der
LAG Thermenland-
Wechselland

Mit Unterstützung von Bund, Land und Europäischer Union

 Bundesministerium
Land- und Forstwirtschaft,
Regionen und Wasserwirtschaft

**LE 14-20**
Entwicklung für das Ländliche Raum

 Das Land
Steiermark
→ Regionen



Europäischer
Landwirtschaftsfonds für
die Entwicklung des
ländlichen Raums:
Hier investiert Europa in
die ländlichen Gebiete.



1 Projektbeschreibung

1.1 Hintergrundinformation und Einleitung

Innovative Photovoltaik-Speicher-Anwendungen erlangen eine immer größere Bedeutung für die regionale und sichere Eigen-Stromversorgung, der erneuerbaren Energiewende und möglicher Steigerung der Wertschöpfung in ländlichen Regionen. Diesem Trend folgend haben sich Technologie und Markt stark entwickelt und die Kosten für Stromspeicher sind deutlich gesunken. Gleichzeitig besteht aber ein Defizit an Information und Qualifizierung, sowie eine Unsicherheit bezüglich der sinnvollen, wirtschaftlichen Anwendung. Im Rahmen des LEADER-Projekts „innovative PV-Speicheranwendungen“ im Thermenland-Wechselland wurden hochwertige Stromspeicherkonzeptionen geplant, umgesetzt und dokumentiert.

Übergeordnetes Ziel des Projektes ist oder war die Errichtung und das Monitoring von 7 Musteranwendungen mit Speicher-Mehrfachnutzungen. Diese Musterprojekte und deren Dokumentation über zusätzliche Einsatzbereiche sollen Anhaltspunkte sowie Basisinformationen in der Entscheidungsfindung zur Ausführung von Stromspeicher liefern.

In der Stromversorgung übernehmen Batteriespeicher immer mehr eine besondere Rolle. In den neuen Verwendungsfeldern der Stromspeicher wie Leistungsbegrenzung, Netzstabilisierung, Blindstromkompensation, Notstromversorgung, usw. müssen noch Erfahrungswerte gesammelt bzw. die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen geschaffen werden.

Die Errichter:innen haben sich im Rahmen des Projekts zu einer ARGE zusammengeschlossen und wurden durch ein Expertenteam begleitet, um eine hohe Qualität der Ausführung sicher zu stellen.

Die **wichtigsten Gründe** für die Errichtung eines **Batteriespeichers** in Verbindung mit einer **Photovoltaikanlage** waren bei den ARGE Mitgliedern:

- Eigenverbrauchsoptimierung, d.h. das Erreichen eines maximalen Nutzungsgrades des selbst produzierten Solarstroms.
- Notstromversorgung zur Betriebsabsicherung in der Landwirtschaft und zur Aufrechterhaltung öffentlicher Versorgungsstellen.
- Unabhängigkeit von künftigen Strompreissteigerungen.
- Einsatz eines Energiemanagementsystems zur Stromverbrauchsoptimierung.
- Ein aktiver Beitrag zum Schutz der Umwelt und gegen den Klimawandel durch den verstärkten Einsatz von regenerativer Sonnenenergie.
- Die PV-Eigenversorgung für die Ladung von E-Fahrzeugen.

2 Herausforderungen im Projektablauf

2.1 Herausforderungen und Lösungsansätze

Die Speicherkapazität von PV-Stromspeicheranlagen kann begrenzt sein. Auf Grund der erforderlichen Abstimmung zwischen der Ausgangsleistung von Batteriewechselrichtern und Ausgangsleistungen der Speicherelemente ist eine genaue Abstimmung der Komponenten unerlässlich. Das optimale Lade- und Entladeverhalten ist entscheidend für die Lebensdauer der Speicherelemente und Leistungsfähigkeit des Systems. Daher sind auch genau aufeinander abgestimmte Systeme erhältlich. Es ist nicht jeder Batteriewechselrichter bzw. jedes Batteriemanagementsystem mit jeder Speichereinheit kompatibel. Um die Skalierbarkeit zu verbessern, können Lösungen mit modularem Aufbau genutzt werden, bei denen zusätzliche Speichereinheiten (unter Abstimmung der zusammenarbeitenden Komponenten) hinzugefügt werden können, um die Kapazität zu erweitern.

Die Lebensdauer und Zuverlässigkeit von PV-Stromspeicheranlagen sind entscheidend für ihre Rentabilität. Eine sorgfältige Auswahl von qualitativ hochwertigen Komponenten und regelmäßige Wartung können dazu beitragen, die Lebensdauer und die Leistungsfähigkeit des Systems zu maximieren. Zudem sollten Garantien und Serviceleistungen berücksichtigt werden. Funktionierender Netzzugänge sowie Ausfälle der Wechselrichter stellen entsprechende Probleme im Monitoring-Prozess dar. Hier sollten von Seiten der Wechselrichter-Hersteller und Netzanbieter eine entsprechende Garantie bzw. Begleitung bis zur funktionierenden Nutzung der PV-Stromspeicheranlagen zur Verfügung gestellt werden.

Die nahtlose Integration von PV-Stromspeicheranlagen ins Stromnetz kann eine Herausforderung darstellen. Intelligente Steuerungssysteme und Regelungen, die die Speicherung und Entladung des Stroms optimieren, können helfen, den Betrieb des Speichersystems zu optimieren und das Stromnetz zu stabilisieren. Herkömmliche E-Fahrzeuge-Ladestationen oder Ladungen über einen Starkstromanschluss berücksichtigen nicht die direkte PV-Stromproduktion und beziehen bei Unterproduktion Strom aus dem öffentlichen Netz. Um hier auch einen Beitrag zur Netzstabilisierung beizutragen, sollten interaktive Ladestationssysteme für E-Fahrzeuge eingesetzt werden. Hierdurch kann auch ein höherer Anteil „Sonne auf die Straße“ erreicht werden.

Bei der Musteranlage 7 wurde eine alternative Speichertechnologie geplant, angefragt und bestellt, jedoch war es nicht möglich von Seiten der umsetzenden Unternehmen, diese innerhalb des Projektzeitraums umzusetzen. Nach mehreren Interventionsversuchen wurde auf eine gängige Lithium-Eisen-Phosphat-Batterie umgestellt.

Da vor allem im Winter ein geringerer Autarkiegrad erreicht wird, sollten hier innovative Lösungsansätze (z.B. höhere Modulneigung bzw. Ausrichtung der PV-Paneele oder Installation einer PV-Pappel bzgl. tiefstehender Sonnenlage im Winter und/oder Verwendung von Heimspeichersystemen, Demand-Response-Programmen, Power-to-Heat-Lösungen, Integration von Hybrid-Heizungssystemen uvm.) bei PV-Stromspeicheranlagen zukünftig mitberücksichtigt werden.

Es ist wichtig, dass die oben genannten Herausforderungen in Zusammenhang mit den individuellen Anforderungen und Rahmenbedingungen betrachtet werden.

3 Die 7 Musteranlagen – Beschreibung und Datenauswertung

Normale Speicheranwendungen mit (ursprünglichen) Blei- und nun bereits standardisiert Lithium-Ionenbatterien haben sich für die private Nutzung etabliert. In diesem Projekt wurden anhand von Praxisbeispielen Kombination von Stromspeichern mit Zusatzleistungen initiiert, umgesetzt, gemonitort und dokumentiert. Die Ergebnisse aller Anwendungs- und Praxisbeispiele werden der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt.

Zielgruppen für die Speichererrichtung sind Landwirt:innen, Unternehmer:innen, Wohnbauträger:innen und Privatpersonen. Durch den Einsatz von PV-Anlagen in Kombination mit Stromspeichern soll eine hohe Eigenstromversorgung erzielt werden.

Die Errichter:innen der Anlagen schlossen sich zu einer ARGE zusammen und stellen ihre Erfahrungen für die Projektdokumentation und Interessierte zur Verfügung. Durch die Messung und Dokumentation der Musteranlagen soll eine Basis für die Planung von weiteren, verbesserten Anlagen geschaffen werden. Durch dieses Projekt werden die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten von Stromspeichern aufgezeigt. Die Musteranlagen sind für Interessierten zur Besichtigung zugänglich.

3.1 Musteranlage 1: PV-Stromspeicher in Kombination mit E-Fahrzeug (privater Haushalt mit integrierter Bürofläche)

AUSFÜHRUNGSSTAND:

Fertigstellung Juli 2021 - Monitoring abgeschlossen (Juli 2021 – Juni 2023)

AUSGANGSLAGE:

PV-Anlage: 9 kWp



Abbildung 1: Musteranlage 1
„S10E PRO Hauskraftwerk – all in one“



Abbildung 2: Musteranlage 1 PV-Anlage

PV-Stromspeicher: 19,5 kWh

„S10E PRO Hauskraftwerk – all in one“

Es wurde in einem neu gebauten Einfamilienhaus mit integrierter Bürofläche mit einer Nutzfläche von ungefähr 200m² eine PV-Anlage und ein Stromspeicher installiert. Eine E-Ladestation wurde angedacht zu installieren. Dies wurde vom Eigentümer verworfen. Das E-Auto wird aus der Starkstromsteckdose geladen.

Der eingebaute PV-Stromspeicher ist serienmäßig notstromfähig, zusätzlich ist durch die direkte Einbindung auch

bei einem länger andauernden Netzausfall eine Nachladung des PV-Stromspeichers aus der PV-Anlage möglich. Die Ausführung als dreiphasiger Speicher ermöglicht eine komplette Strom- und Wärmeversorgung des Wohn- und Bürogebäudes.

VERBRAUCHER:

- E-Fahrzeug: BMW IX3 80 kWh
- Wärmepumpe (8kW)
- Split-Klimaanlagen (10kW)
- Büronutzung (hauptsächlich EDV-Systeme, Beleuchtung)

ZIELFORMULIERUNG:

Ziel war eine hohe Abdeckung des Strom- und Wärmebedarfs für den privaten und gewerblichen Bereich, sowie die erzeugte Energie am Abend für die Beladung des E-Fahrzeuges zu verwenden.

	Kennzahlen
Nennleistung PV in kWp	9
Speichertyp	E3/DC S10 E PRO
nutzbare Speicherkapazität in kWh	17,5
AC-Dauerleistung des Batteriewechselrichters in kW	6
PV-Speicherkosten inkl. Wechselrichter ohne MWSt in €/kWh (ohne Installation und zusätzliche Features)	€ 779,09 (12/2021)
Notstromfunktion	ja
Erweiterbar	um 19,5 kWh möglich

ERGEBNIS:

2021 wurde ein E-Auto (BMW IX3, 80kWh) angeschafft. Seither wurden rund 14.000 Kilometer zurückgelegt. Das Auto wird ausschließlich für Kurzstrecken verwendet und sobald es am Standort angekommen ist an der Starkstromsteckdose geladen. Das Auto wurde bis jetzt mit 2600 kWh geladen. Aufgerechnet auf die Batterieleistung des Fahrzeuges ergibt dies rund 33 Ladungen.

Bei einem Autarkiegrad von 40% (siehe Abbildung 3) ergibt sich abgeleitet eine direkte PV-Speicher-Abdeckung des Eigenverbrauches für das E-Auto von 1.040 kWh bzw. rund 5.600 Kilometer „Sonne auf die Straße“.



Abbildung 3: Musteranlage 1 Energieflüsse 01/2022 – 12/2022

Vorher-Nachher	ohne Speicher	mit Speicher + PV-Erweiterung
Jährlicher Netzbezug in kWh	23.087,72	13.859,97
jährliche PV-Stromerzeugung in kWh	0	11.784,09
Jährlicher Gesamtverbrauch in kWh	23.087,72	23.087,72
Eigenverbrauch PV in %	0	84%
Autarkiegrad in %	0%	40%
Ladezyklen pro Jahr	0	20
Häufigkeit Notstromaktivierung	0	0

FAZIT:

Das Gebäude wird im Winter mit einer Wärmepumpe beheizt und im Sommer mit einer Klima-Splitanlage gekühlt. Auf Grund der integrierten Bürofläche mit mehreren EDV-Arbeitsplätzen ergibt sich ein hoher Stromverbrauch hierfür. Es ist bereits eine Erweiterung des Speichers um 19,5 kWh geplant. **Zusätzlich soll eine Ladestation der Firma BMW, welche das Fahrzeug nur bei Überschussstrom beladet, installiert werden. Durch diese Maßnahme soll gelingen einen höheren Anteil „Sonne auf die Straße“ zu bringen.**

Der Eigenverbrauch der PV-Anlage liegt bei sehr guten 84 % (siehe Abbildung 3). Durch die Erweiterung des Speichers, soll der Autarkiegrad noch weiter verbessert werden!

3.2 Musteranlage 2: PV-Stromspeicher in Kombination mit Wärmepumpe (privater Haushalt)

AUSFÜHRUNGSSTAND:

Fertigstellung Jänner 2020 - Monitoring abgeschlossen (Dezember 2020 – Dezember 2022)

AUSGANGSLAGE:



Abbildung 4: Musteranlage 2 Nachrüstung-PV-Anlage mit 3,78 kWp (01/2020)



Abbildung 5: Musteranlage 2 Speicheranlage

PV-Anlage: 10,5 kWp

Altbestand 6,72 kWp, ca. 8000 kWh/a (2012) & Nachrüstung 3,78 kWp Ost-West auf Schrägdach, ca. 4.800 kWh/a (2020)

PV-Stromspeicher: 13,8 kWh

AC-Speichersystem mit einem Batteriewechselrichter des Typ SMA Sunny Island 8.0H. Mit einer BYD- B-Box 13.8, 1-phasig mit Phasenkoppelung, Ersatzstromfähig mit automatischer Umschaltung mit Enwitec-Box bei Netzausfall (Battery Backup Distribution 1 PH Full SMA).

Am bestehenden Einfamilienhaus (Wohnnutzfläche ca. 250m²) wurde die seit 2012 bestehende PV-Anlage saniert und erweitert, um den Gesamtbedarf in Kombination mit dem neuen PV-Stromspeicher bestmöglich zu decken.

VERBRAUCHER:

- kompletter Haushalt (ca. 250m²)
- Wärmepumpe (Heizwärme & Brauchwasser)
- Schwimmteichpumpe
- Elektroauto ist in Planung (wurde noch nicht angeschafft)

ZIELFORMULIERUNG:

Ziel ist eine maximale Autarkie bei maximaler Nutzung der Eigenstromressourcen.

	Kennzahlen
Nennleistung PV in kWp	10,5
Speichertyp	Lithium-Eisen-Phosphat
nutzbare Speicherkapazität in kWh	13,8
AC-Dauerleistung des Batteriewechselrichters in kW	8
PV-Speicherkosten inkl. Wechselrichter ohne MWSt in €/kWh (ohne Installation und zusätzliche Features)	€ 718,96 (01/2020)
Notstromfunktion	ja
Erweiterbar	ja

ERGEBNIS:

Es wird eine Wärmepumpe, einerseits zu Heizzwecken andererseits auch zur Brauchwarmwasserbereitung genutzt. Eine Schwimmteichpumpe wird bevorzugt mittels PV-Strom über eine Zeitsteuerung betrieben. Mittelfristig ist noch die Nutzung eines Elektroautos mit Ladung in Abhängigkeit von der verfügbaren PV-Leistung vorgesehen.

Anmerkung: Im Rahmen des Projektes wurde die bestehende Anlage saniert, um den PiD-Effekt (Potential Induced Degradation) zu reduzieren, der die Solarzellen in feuchter Umgebung durch hohe elektrische Spannungen beschädigt. Diese Maßnahme führte zu einer deutlichen Steigerung der Gesamt-Eigenproduktion. Dadurch wird nun eine geringere Eigennutzungsquote, aber eine höhere Autarkiequote ausgewiesen. (siehe Tabelle „Vorher-Nachher“).

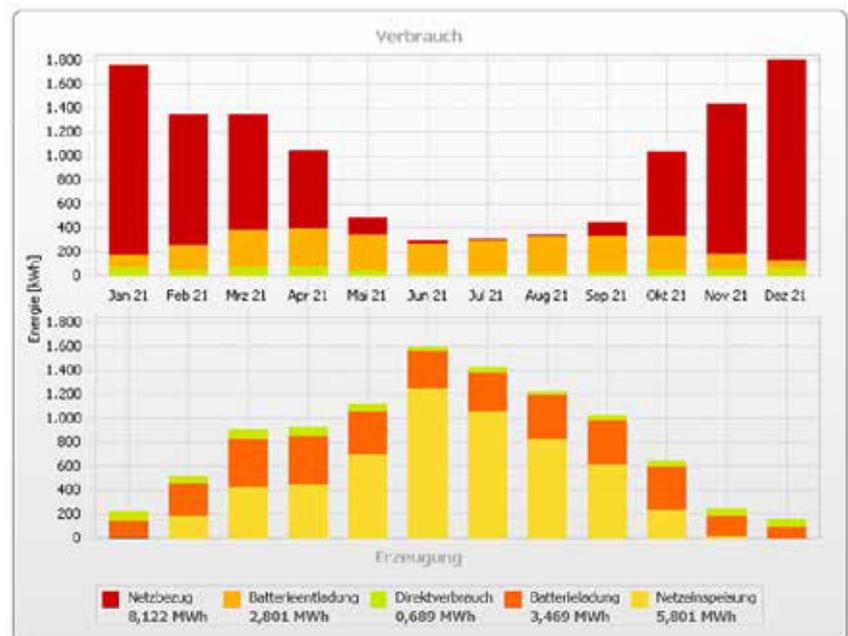


Abbildung 6: Musteranlage 2 Energieflüsse 2021

Vorher-Nachher	ohne Speicher (6,72 kWp PV)	mit Speicher + PV-Erweiterung (10,5 kWp)
Jährlicher Netzbezug in kWh	11.500	7.000
jährliche PV-Stromerzeugung in kWh	ca. 6.000 (mit PID Mod.)	ca. 12.900
Jährlicher Gesamtverbrauch in kWh	15.500	ca. 10.000
Eigenverbrauch PV in %*	ca. 30%	ca. 24,8%
Autarkiegrad in %*	13%	32%
Ladezyklen pro Jahr	-	-
Häufigkeit Notstromaktivierung	-	0

FAZIT:

Nach der Renovierung der PV-Bestandsanlage und Erweiterung um 1/3 der bestehenden Kapazität auf 10,5 kWp konnte die jährliche PV-Stromerzeugung mehr als verdoppelt sowie der Autarkiegrad um das 2,5-fache erhöht werden. Dies zeigt deutlich den Mehrwert der neu installierten Speicheranlage auf, da hier ein positiver Effekt auf den Eigen-Verbrauch über die Speicherungsanlage erreicht wird, obwohl gleichzeitig der prozentuelle Anteil des Eigenverbrauches der PV-Anlage (auf Grund einer höheren PV-Stromerzeugung) auf rund 24,8% sank.

*Anmerkung: Die Bestandsanlage wurde im Planungs- und Umsetzungszeitraum des Projektes hinsichtlich PiD Effekt saniert, womit die Gesamt-Eigenproduktion jetzt (wie in Tabelle dargestellt) deutlich höher ist als in der Planungsphase. Dementsprechend wird in der Tabelle eine geringere Eigennutzungsquote aber auch höhere Autarkiequote ausgewiesen.

3.3 Musteranlage 3: Landwirtschaftliche PV-Stromspeicher mit Sonderfunktionen, Notstromfähigkeit zur Betriebsabsicherung (Landwirtschaftlicher Betrieb und Buschenschank)

AUSFÜHRUNGSSTAND:

Fertigstellung Oktober 2019 - Monitoring abgeschlossen (Jänner 2021 – Dezember 2021)

AUSGANGSLAGE:



Abbildung 7: Musteranlage 3 Speicheranlage



Abbildung 8: Musteranlage 3 PV-Anlage

PV-Anlage: 27,3 kWp

PV-Stromspeicher: 40 kWh

3 x SMA Sunny Island 4.4H + 4x Axistorage LI 10S mit 32 kWh nutzbarer Speicherkapazität, 3-phasig, drehstromfähig, Insel-lauffähig und Ersatzstromfähig mit automatischer Umschaltung mittels Enwitec-Box und einem manuellen Umschalter für einen Notstrom Aggregatbetrieb mittels Zapfwellengenerator.

Die seit Jahren in Betrieb befindliche PV-Anlage konnte bisher nur partiell genutzt werden, da die Betriebszeiten (Buschenschank – Nachmittag / Abend, Landwirtschaft und Produktion) und der Zeitpunkt der Eigenstromproduktion zu unterschiedlich waren.

VERBRAUCHER:

- Kompletter Haushalt
- Buschenschank-Kühlanlage
- Landwirtschaft / Weinproduktion
- E-Hoftraktor derzeit im Testbetrieb (es liegen noch keine Daten vor)

ZIELFORMULIERUNG:

Die Notstromversorgung soll auch nach einem Tag intensiver Speichernutzung eine geringe Ausfallsreserve zur Verfügung haben. Der Stromspeicher soll für einen Ersatzstrombetrieb eine „Gangreserve“ von ca. 25% bzw. ca. 8-10 kWh des nutzbaren Speichervolumens immer abrufbar halten, dies ist softwaretechnisch über das DoD (Depth of Discharge = Tiefenentladung) reserviert, um bei kurzen Stromausfällen bei Gastbetrieb zumindest die Beleuchtung und Kühlung der Waren etc. zu gewährleisten.

	Kennzahlen
Nennleistung PV in kWp	27,3
Speichertyp	Lithium-Ionen
nutzbare Speicherkapazität in kWh	32
AC-Dauerleistung der 3 Batteriewechselrichter in kW (gesamt)	12
PV-Speicherkosten inkl. Wechselrichter ohne MWSt in €/kWh (ohne Installation und zusätzliche Features)	€ 767,47 (12/2019)
Notstromfunktion	ja
Erweiterbar	ja

ERGEBNIS:

Die Umsetzung der Maßnahmen erfolgt zielgerecht. Ein längerer Monitoring-Prozess war auf Grund eines Brandes (nicht durch die PV-Speicheranlage verursacht!) im Jahre 2022 nicht möglich. 50% der PV-Anlage waren hierdurch außer Betrieb.

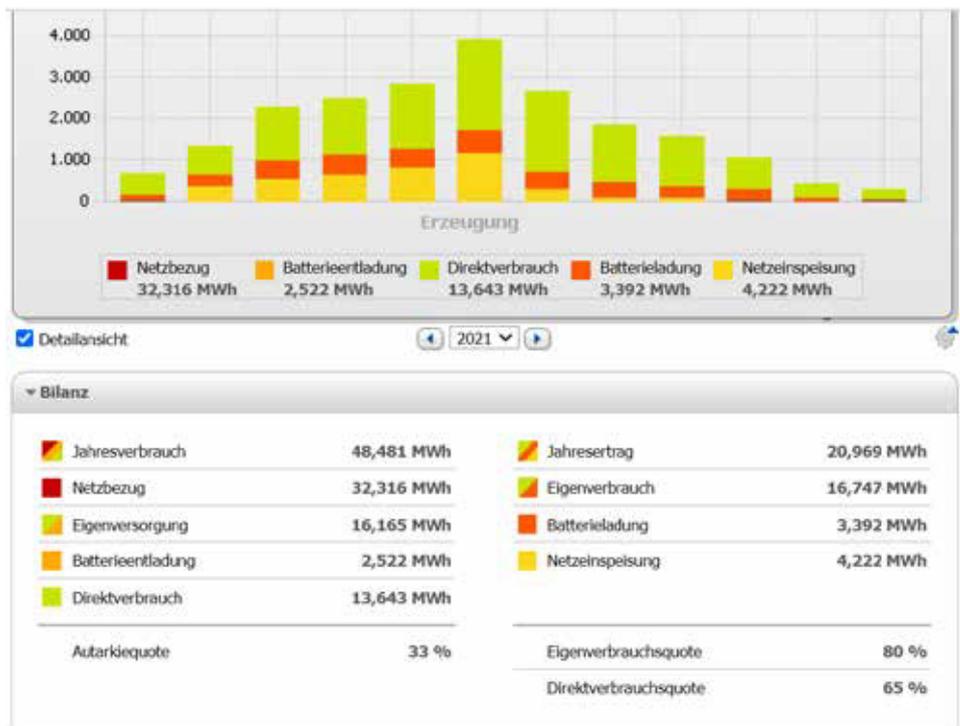


Abbildung 9: Musteranlage 3 Energieflüsse 01/2021 – 12/2021

Vorher-Nachher	ohne Speicher	mit Speicher
Jährlicher Netzbezug in kWh	30.500	32.300
jährliche PV-Stromerzeugung in kWh	33.000	21.000
Jährlicher Gesamtverbrauch in kWh	43.000	48.500
Eigenverbrauch PV in %	38%	80%
Autarkiegrad in %	29%	33%
Häufigkeit Notstromaktivierung	0	1

FAZIT:

System funktioniert plangemäß. Eine etwas geringere Jahresproduktion im Jahr 2021 durch Verschattungen und Wechselrichter-Ausfall. Damit in Relation sehr hoher Eigenverbrauch und relativ geringe Autarkie da die erforderlichen kWh einerseits mangels PV-Produktion gefehlt haben und sich andererseits der Gesamtverbrauch im Objekt deutlich erhöht hat.

Bisher kam es zu einem kurzen Stromausfall, wobei hier die Umschaltung einwandfrei funktioniert hat.

Grundsätzlich wird das PV-Speicherkonzept positiv angenommen und es werden bereits Erweiterungen im Bereich der Verbraucher (E-Hoftraktor & E-Auto) angedacht und umgesetzt.

3.4 Musteranlage 4: PV-Stromspeicher in der Landwirtschaft mit Notstromversorgung in Kombination mit E-Ladestationen

AUSFÜHRUNGSSTAND:

Fertigstellung November 2021 - Monitoring abgeschlossen (Jänner 2022 – Dezember 2022)

AUSGANGSLAGE:



Abbildung 10: Musteranlage 4 PV-Anlage



Abbildung 11: Musteranlage 4 Stromspeicher-Anlage

PV-Anlage: 14,2 kWp

40 Module (Q.Cells Q.Peak Duo G8 355W mono, DE)

PV-Stromspeicher: 22,08 kWh

DC-Speichersystem mit 1 Fronius Symo Gen24 10.0 Plus Hybrid Wechselrichter und einer B-BOX HVM 22.1. Ersatzstromfähig mit automatischer Umschaltung.

Es handelt sich um einen Pferderanch mit 10 ha Fläche, einem beheizten Wohn-Stüberl mit 66m² (Benützung tagsüber + 240m² ungenutzter Wohnfläche) sowie beheizte Sanitäranlagen (45m²), Sattelkammer (40m²) und einem Flaschenlager (18m²). Die Anlage wird mit einem E-Traktor und E-Quad sowie unterschiedlichen E-Werkzeugen bewirtschaftet. 2 Personen + Kunden.

VERBRAUCHER:

- (2 E-Autos: gibt es noch nicht)
- E-Traktor: 380 Betriebsstunden (benötigt 1,2 kW während der Ladung)
- E-Quad (Arbeitsgerät): ca. 20 Betriebsstunden
- Infrarotheizung (169m²): 66m² Stüberl, 45m² Sanitäranlage, 40m² Sattelkammer & 18m² Flaschenlager
=> Energieverbrauch aus PV-Speicheranlage größtenteils im Winter für Heizung (nur Gesamtaufzeichnung vorhanden)
- Beleuchtung: ca. 40-50 Leuchten – alles LED-Beleuchtung
- E-Kleingeräte: E-Rasenmäher, E-Trimmer, E-Motorsäge, Akku-Schrauber, etc.

ZIELFORMULIERUNG:

Ziel war es mit der PV-Anlage und dem PV-Stromspeicher den Eigenversorgungsgrad zu optimieren und im Vollbetrieb auf eine Eigenstrom Nutzungsquote von ca. 80% zu kommen. Für die Notstromfähigkeit sollen 3-5 kWh im Speicher reserviert werden und bei einem Stromausfall zur Verfügung stehen, um ohne Aggregat für 8-10 Stunden eine Grundversorgung zu gewährleisten.

	Kennzahlen
Nennleistung PV in kWp	14,2
Speichertyp	Lithium-Eisen-Phosphat
nutzbare Speicherkapazität in kWh	22,08
AC-Dauerleistung des Batteriewechselrichters in kW	9,3
PV-Speicherkosten inkl. Wechselrichter ohne MWSt in €/kWh (ohne Installation und zusätzliche Features)	€ 635,92 (05/2021)
Notstromfunktion	ja
Erweiterbar	ja

ERGEBNIS:

Die Zielformulierung wurde realisiert. Bisher kam es zu keinem Ausfall der PV-Speicheranlage.

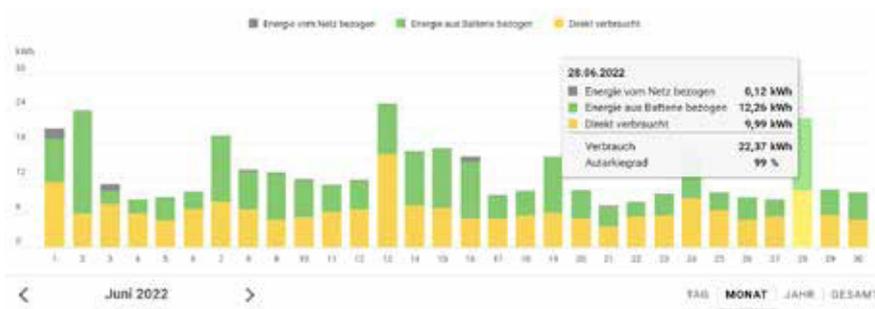


Abbildung 12: Musteranlage 4 Autarkiegrad Sommer 2022

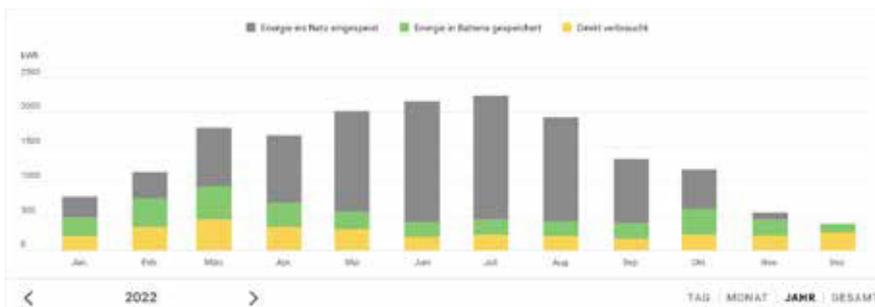


Abbildung 13: Musteranlage 4 Energieflüsse 2022

Vorher-Nachher	Neubau keine Altdaten	mit Speicher + PV-Erweiterung
Jährlicher Netzbezug in kWh	0	5.800
jährliche PV-Stromerzeugung in kWh	0	17.240
Jährlicher Gesamtverbrauch in kWh	0	12.350
Eigenverbrauch PV in %	0	38%
Autarkiegrad in %	0%	52%
Ladezyklen pro Jahr	0	-
Häufigkeit Notstromaktivierung	0	0

FAZIT:

Die installierte SmartFox Steuerung ermöglicht in Zeiten, in denen die Ranch nicht in Betrieb ist, diverse Verbraucher gezielt und leistungsabhängig mit PV-Strom zu betreiben. Im Sommer kann mit der bestehenden Anlage ein Autarkiegrad von bis zu 99% erreicht werden (siehe Abbildung 12).

3.5 Musteranlage 5: Geschosswohnbau mit gemeinsamen PV-Stromspeicher in Kombination mit E-Ladestation

AUSFÜHRUNGSSTAND:

Fertigstellung April 2022 – Monitoring abgeschlossen (erst ab Februar 2023–Jänner 2024, auf Grund von Problemen mit Netzzugang)

AUSGANGSLAGE:



Abbildung 14: Musteranlage 5 PV-Anlage



Abbildung 15: Musteranlage 5 Stromspeicher-Anlage

PV-Anlage: 17,86 kWp

PV-Stromspeicher: 22,08 kWh

BYD HVM 22.1

Es handelt sich um einen Geschosswohnbau mit 4 Wohneinheiten (gesamte Wohnnutzfläche 248m²) mit zentraler Heiz- und Brauchwarmwasserbereitung. Die bestehende Dachfläche kann optimal für die Neuerrichtung der PV-Anlage genutzt werden.

VERBRAUCHER:

- Allgemeine Haustechnik z.B. Gangbeleuchtungen
- Wärmepumpe
- E-Fahrzeuge – E-Ladestationen / Wallbox wurde errichtet und steht den Bewohner:innen zur Verfügung. (Diese wurde allerdings im Monitoring Zeitraum noch nicht genutzt.)

ZIELFORMULIERUNG:

Durch die gesteuerte und zentrale Heiz- und Brauchwasserbereitung für 4 Wohneinheiten ist eine hohe Eigenverbrauchsquote/Autarkiegrad zu erwarten.

	Kennzahlen
Nennleistung PV in kWp	17,86
Speichertyp	Lithium-Eisen-Phosphat
nutzbare Speicherkapazität in kWh	22,08
AC-Dauerleistung des Batteriewechselrichters in kW	9,3
PV-Speicherkosten inkl. Wechselrichter ohne MWSt in €/kWh (ohne Installation und zusätzliche Features)	€ 762,95 (04/2022)
Notstromfunktion	ja
Erweiterbar	ja



Abbildung 16: Musteranlage 5 Energiefluss 2023

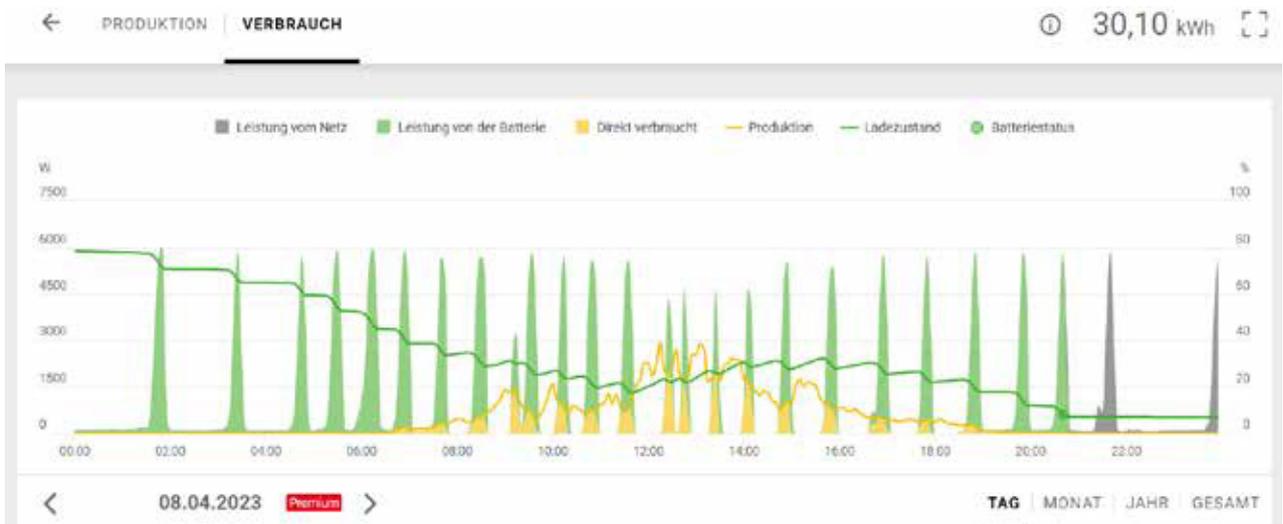


Abbildung 17: Musteranlage 5

ERGEBNIS:

Das erstellte System aus PV-Anlage, PV-Stromspeicher und Wechselrichtern ermöglicht bei einem Stromausfall am Tag einen Inselbetrieb aus PV-Anlage und PV-Stromspeicher. Für die bestmögliche Nutzung des Photovoltaikstromes wurde ein Fronius Ohmpilot, der die Wärmepumpe in Abhängigkeit der verfügbaren PV und Speicherleistung optimal ansteuert, mit verbaut. Hiermit können alle Wohnungen mit Heiz- und Brauchwarmwasser sowie die Stromtankstelle versorgt werden.

Vorher-Nachher	ohne PV + Speicher	PV mit Speicher- Erweiterung
Jährlicher Netzbezug in kWh	8.798	2.710
jährliche PV-Stromerzeugung in kWh	0	19.370
Jährlicher Gesamtverbrauch in kWh	8.798	5.370
Eigenverbrauch PV in %	0%	15%
Autarkiegrad in %	0%	50%
Häufigkeit Notstromaktivierung	-	0
Häufigkeit Notstromaktivierung	0	0

FAZIT:

Mieterstromanlage konnte nicht umgesetzt werden, da der organisatorische Aufwand, auf Grund von privatrechtlichen Vereinbarungen (Mix aus Eigentums- und Mietwohnungen), nicht vertretbar ist. Eine mögliche Umsetzung als Erneuerbare-Energie-Gemeinschaft wurde als zu aufwändig eingeschätzt. Aus diesem Grund wird der Großteil des produzierten PV-Strom als Überschuss in das Netz eingespeist. Hierdurch wird nur ein gesamter PV-Eigenverbrauch von 15% erreicht. Dies ergibt sich auch daraus, dass für die Substitution der Allgemeinstrom/Allgemeinzählpunkt gewählt werden musste. Trotz bereitgestellter Wallbox, fand keine E-Autoladung im Monitoringzeitraum statt, da die derzeitigen Bewohner:innen kein E-Auto nutzen. Die jährliche PV-Stromerzeugung entspricht den erwarteten Berechnungen und erreicht somit einen Autarkiegrad von 50%. Damit ergibt sich eine extrem hohe Eigenversorgungsquote und ein minimaler Netzbezug. Wie man exemplarisch in der Abbildung 17 für den 8. April 2023 entnehmen kann, findet der Verbrauch der Wärmepumpe analog mit dem alternierenden Speicherverlauf statt.

3.6 Musteranlage 6: PV-Stromspeicher im öffentlichen Bereich mit wirtschaftlichem Nutzen (Notstromversorgung Kläranlage)

AUSFÜHRUNGSSTAND:

Fertigstellung Juli 2023 – kein Monitoring, da nur Notstrombedarf

AUSGANGSLAGE:



Abbildung 18: Musteranlage 6 Wechselrichter



Abbildung 19: Musteranlage 6 Stromspeicher-Anlage

PV-Anlage: 30,6 kWp

PV-Stromspeicher: 30,72 kWh

Im Jahr 2016 wurde für die Kläranlage eine PV Freiflächenanlage errichtet. Um im Falle eines großflächigen Stromausfalles dennoch die Abwassermengen bewältigen zu können (z.B. Regenwässer müssen abgepumpt werden) wurde eine notstromfähige Stromspeicheranlage errichtet.

Aus der PV-Anlage sind nur geringe bzw. kaum Überschüsse zum Laden des Speichers vorhanden. Die Ladung des Speichers erfolgt somit grundsätzlich aus dem Netz, damit dieser zu jeder Zeit einsatzbereit ist. Unabhängig von der Errichtung des Stromspeichers ist eine Erweiterung der PV-Anlage angedacht.

VERBRAUCHER:

- Kläranlage

ZIELFORMULIERUNG:

Ziel ist, gemeinsam mit der PV-Anlage im Notfall einen netzunabhängigen Betrieb der Kläranlage zu ermöglichen. In diesem Fall wird die Kläranlage nur mit geringer Kapazität betrieben, damit übermäßige Abwässer nicht ungeklärt abfließen.

	Kennzahlen
Nennleistung PV in kWp	30
Speichertyp	BYD LVL15.4 Lithium-Eisen-Phosphat Batterie
nutzbare Speicherkapazität in kWh	30,72
AC-Dauerleistung des Batteriewechselrichters in kW	25,6
PV-Speicherkosten inkl. Wechselrichter ohne MWSt in €/kWh (ohne Installation und zusätzliche Features)	€ 1.186,22 (05/2023)
Notstromfunktion	ja
Erweiterbar	ja

ERGEBNIS:

Der Speicher dient in der Kläranlage zur Überbrückung der Regelungs- und Steuerungstechnik bei einem Stromausfall. Die bestehende USV-Anlage wird unterstützt und die Zeit bis zur Wiedereinschaltung des Stromnetzes, bzw. mobilen Stromgenerators überbrückt. Dies hat den Vorteil, dass die Zeit bis zur Anlieferung des Zapfwellengenerators die Laufzeit der Regelungs- und Steuerungstechnik verlängert wird.

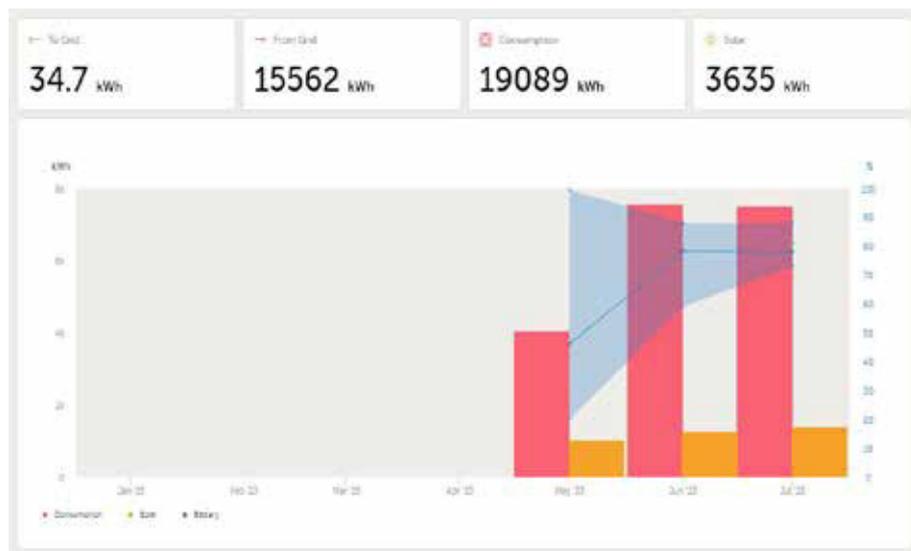


Abbildung 20: Musteranlage 6 Energieflüsse-Trend 05/2023 – 07/2023

FAZIT:

Die bestehende PV-Anlage soll zukünftig erweitert werden. Zur Umsetzung fehlen noch die Beschlüsse der Gremien des Abwasserverbandes.

Seit Inbetriebnahme liegen noch keine Erfahrungswerte bzgl. einer Notstromaktivierung vor bzw. kam es noch zu keinem Stromausfall. Grundsätzlich haben wir festgestellt, dass die PV-Anlage nicht die ursprünglichen Leistungen erbringt.

Seitens der ausführenden Firma wurde der Wechselrichter im Mai 2023 getauscht (siehe Abbildung 20).

Der wirtschaftliche Nutzen von Speichertechnologien in öffentlichen Gebäuden:

Speichertechnologien wie Batteriespeichersysteme können dazu beitragen, den Energieverbrauch in öffentlichen Gebäuden zu optimieren und Kosten zu senken. Durch ihren Einsatz können überschüssige Energie aus erneuerbaren Quellen, gespeichert und zu einem späteren Zeitpunkt genutzt werden. Dies ermöglicht eine effizientere Nutzung der erzeugten Energie und reduziert den Bedarf an teurer Netzstromversorgung. Darüber hinaus können sie zur Stabilisierung der Stromversorgung in öffentlichen Gebäuden beitragen, indem sie als Puffer dienen, um Schwankungen im Stromnetz auszugleichen und eine kontinuierliche Stromversorgung sicherzustellen. Dies ist besonders wichtig in Gebieten mit instabiler Stromversorgung oder bei Spitzenlastzeiten, wenn der Strombedarf besonders hoch ist.

Der wirtschaftliche Nutzen von Speichertechnologien liegt also in der Reduzierung der Energiekosten durch die Nutzung von selbst erzeugter Energie und der Optimierung der Stromversorgung. Der Strom kann während Zeiten niedriger Nachfrage gespeichert und dann während Zeiten hoher Nachfrage genutzt werden. Durch die Senkung der Stromrechnungen können öffentliche Gebäude langfristig Kosten einsparen und ihre finanzielle Nachhaltigkeit verbessern. Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass die wirtschaftlichen Vorteile von Speichertechnologien von verschiedenen Faktoren abhängen, wie beispielsweise den Kosten der Speichertechnologie selbst, den Energiepreisen und den spezifischen Anforderungen des Gebäudes. Eine detaillierte Analyse der individuellen Situation ist daher ratsam, um den genauen wirtschaftlichen Nutzen zu bestimmen.

Des Weiteren bietet ein Stromspeicher bei öffentlichen Gebäuden wirtschaftliche Vorteile, indem er die Kontinuität des Betriebs bei einem Stromausfall aufrechterhalten kann. Mit diesen Speichern kann eine vollautomatische Ersatzstromversorgung erreicht werden, über eine für den Netzausfall in den Speichersystem

reservierte Ersatzstrommenge, die nur bei einem Netzausfall freigegeben wird (Definition DoD). Dies schafft einen Handlungsspielraum (Aufrechterhaltung relevanter Infrastruktur im Amt, Bauhof, Feuerwehr etc.) um einen Netzausfall automatisch für einen definierten Zeitraum zu überbrücken und im Blackoutfall Zeit zu gewinnen, um z.B. ein Notstromaggregat in Betrieb zu setzen (Fachwissen erforderlich).

Batteriespeicher ermöglichen eine effizientere Nutzung erneuerbarer Energien, was zu einer Reduzierung der CO₂-Emissionen führt. Dies kann langfristig zu Kosteneinsparungen durch die Vermeidung von Umweltschäden führen. Die Installation von Batteriespeichern ist eine Investition in die Zukunft. Sie bereitet öffentliche Gebäude auf eine zunehmend elektrifizierte Welt vor und kann dazu beitragen, die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu verringern.

3.7 Musteranlage 7: PV-Stromspeicher in Kombination mit Wärmepumpe (Ersatzstromfähigkeit und hoher Grad an Eigenstromversorgung)

AUSFÜHRUNGSSTAND:

Fertigstellung Februar 2023 – Monitoring abgeschlossen (März 2023 – Februar 2024)

AUSGANGSLAGE:



Abbildung 21: Musteranlage 7 Stromspeicher-Anlage



Abbildung 22: Musteranlage 7 Wärmepumpe

PV-Anlage: 8,25 kWp

PV-Stromspeicher: 17,5 kWh

LiFePO₄ Speichersystem (48V, 3500 Wh, 95% DoD Pylontech US3000c) mit 3 Victron Wechselrichtern (GX Victron Multiplus-II)

Es wurde zu einer bestehenden PV-Anlage mit 8,25 kWp-Leistung eine entsprechende Stromspeicher-Anlage (in Betrieb seit 2023) für ein Einfamilienhaus mit ca. 170m² Wohnnutzfläche installiert. Die ursprüngliche alternative Speichertechnologie mit „Salzwasserspeicher“ musste auf Grund von Lieferschwierigkeiten abgeändert werden. Die PV-Anlage wurde ursprünglich als Nulleinspeisungsmodell geplant.

VERBRAUCHER:

- Wärmepumpe (in Betrieb seit 03/2023)
- E-Fahrzeug: Tesla Model S (zeitweise)

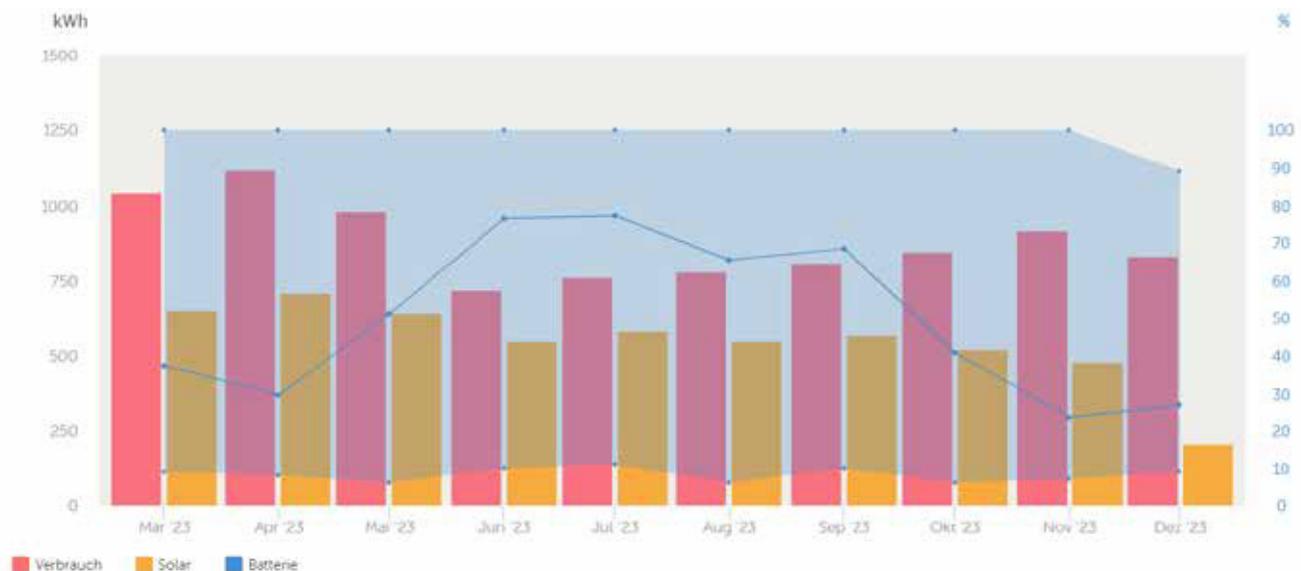


Abbildung 23: Musteranlage 7 Relation Solarproduktion, Verbrauch & Speichereinbindung

ZIELFORMULIERUNG:

Ein hoher Grad an Eigenverbrauch und Autarkiegrad soll in Bezug auf die Wärmepumpe sowie die E-Ladestation erreicht werden.

	Kennzahlen
Nennleistung PV in kWp	8,25
Speichertyp	Lithium-Eisen-Phosphat
nutzbare Speicherkapazität in kWh	16,5
AC-Dauerleistung des Batteriewechselrichters in kW	9
PV-Speicherkosten inkl. Wechselrichter ohne MWSt in €/kWh (ohne Installation und zusätzliche Features)	€ 797,83 (02/2023)
Notstromfunktion	Ja
Erweiterbar	ja

ERGEBNIS:

Die Zielformulierung konnte in Bezug auf PV-Eigenverbrauch mit 98% (2023) und einer Erhöhung des Autarkiegrad auf 68% (2023) erreicht werden. Der Strombezug für die Wärmepumpe beträgt im Monitoring-Zeitraum 2.819 kWh. Lt. Nutzer konnten bisher ca. 15 Festmeter Holz pro Jahr (ca. 30.000 kWh Heizenergie) eingespart werden. E-Fahrzeug-Ladestation wird nur sporadisch genutzt, da es sich um ein Besucher-Fahrzeug handelt und das ursprünglich angedachte E-Fahrzeug noch nicht angeschafft wurde.

Vorher-Nachher	ohne Speicher	mit Speicher-Erweiterung
Jährlicher Netzbezug in kWh	3.500	2.680
jährliche PV-Stromerzeugung in kWh	2.360	5.730
Jährlicher Gesamtverbrauch in kWh	6.000	8.270
Eigenverbrauch PV in %	35%	98%
Autarkiegrad in %	ca. 35%	68%
Häufigkeit Notstromaktivierung	-	0

FAZIT:

Aufgrund von Lieferschwierigkeiten konnte die im Projektantrag vorgesehene, geplante und bestellte Musteranlage „Salzwasserspeicher“ im Projektzeitraum weder hergestellt noch eingebaut werden. Daher erfolgte eine Änderung, Umplanung und Bestellung eines CarboCap-Batteriemoduls, das aus Lithium-Titanat-Oxyd Batterie Zellen besteht. Nach erneuter langer Wartezeit wurde dem ARGE-Mitglied vom Hersteller mitgeteilt, dass auch diese Batterie nicht im vorgesehenen Zeitraum lieferbar ist. Schlussendlich wurde auf eine Lithium-Eisen-Phosphat-Batterie umgestellt.

Die Eigenverbrauchs-Menge an selbsterzeugtem PV-Strom erhöhte sich um mehr als die doppelte Menge durch die Verwendung eines 17,5 kWh Stromspeicher (2022: 2.360 kWh auf 2023: 5.590 kWh). Da der erwartete Ertragswert einer gut laufenden PV-Anlage nicht erreicht wird (lt. Berechnungsprogramm sollten 9.500kWh produziert werden), stößt die PV-Stromspeicher-Wärmepumpe-Kombination an ihre Auslastungsgrenzen. Es wird eine ostseitige Erweiterung der PV-Anlage empfohlen. Auch in Bezug auf eine mögliche Anschaffung eines E-Fahrzeuges wäre eine Aufrüstung der PV-Anlage anzuregen. Der jährliche Gesamtverbrauch an Strom ist auf Grund der Installation der Luft-Wärmepumpe für Heiz- und Brauchwarmwasser gestiegen (da noch weiterhin mit einer Holzheizung zugeheizt wird, stieg dieser nicht im erwarteten Ausmaß von ca. 4.000–7.000 kWh/a).

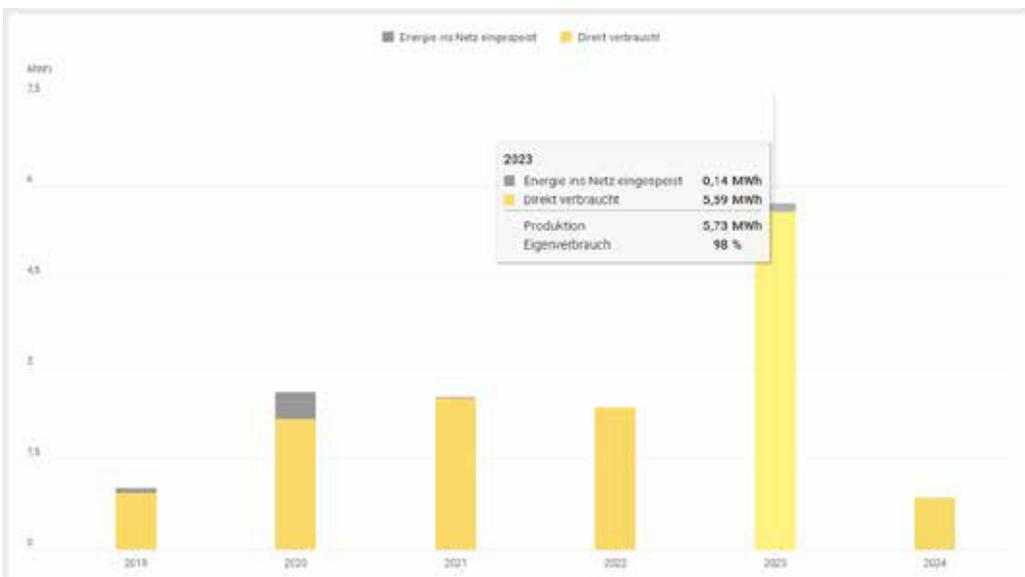


Abbildung 24: Musteranlage 7 Energieflüsse 2023

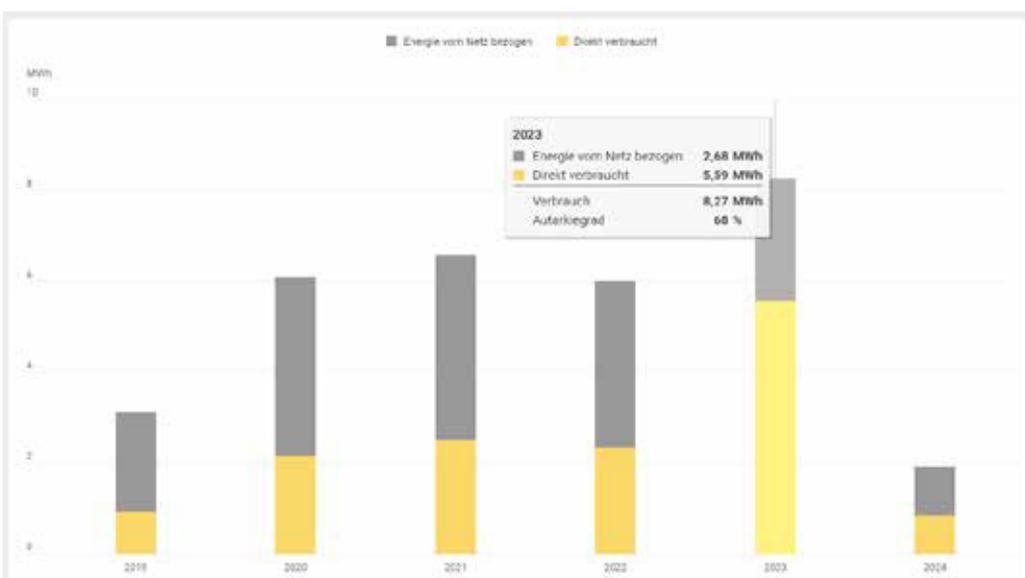


Abbildung 25: Musteranlage 7 Energieverbrauch 2023

4 Zusammenfassung der Hauptergebnisse

4.1 Schlussfolgerungen

Die Auswertung der umgesetzten Anlagen hat gezeigt, dass PV-Stromspeicheranlagen einen signifikanten Beitrag zur Autarkie durch Sonnenstrom leisten. Wesentliche Vergleichswerte der verschiedenen Musteranlagen werden in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

	Anlage 1	Anlage 2	Anlage 3	Anlage 4	Anlage 5	Anlage 6	Anlage 7
Nutzungsart	Haushalt & Büro	Haushalt	LaWi ¹	LaWi ¹	Geschosswohnbau	Kläranlage	Haushalt
Auswertungsjahr	2022	2021	2021	2022	2023	2023	2023
Speichertyp	Li-Ion ²	LiFePO ₄ ³	Li-Ion ²	LiFePO ₄ ³	LiFePO ₄ ³	LiFePO ₄ ³	LiFePO ₄ ³
Speicherkapazität in kWh	17,5	13,8	32	22,08	22,08	30,72	16,5
Nennleistung PV in kWp	9	10,5	27,3	14,2	17,86	30,6	8,25
Speicherkosten ohne MWSt. €/kWh ⁴	€ 779,09	€ 718,96	€ 767,47	€ 635,92	€ 762,95	€ 1.186,22	€ 797,83
Eigenverbrauch PV in % ⁵	84%	24,8% ⁵	80%	38%	15% ⁵	100%	98%
Autarkiegrad in %	40%	32%	33%	52%	50%	-	68%

¹ LaWi: Landwirtschaft / ² Li-Ion: Lithium-Ionen-Speicher / ³ LiFePO₄: Lithium-Eisen-Phosphat-Speicher / ⁴ keine Inflationsanpassung der Speicherkosten (inkl. Wechselrichter) / ⁵ siehe FAZIT Anlage 2 & 5

JAHRESAUSWERTUNG PRO MUSTERANLAGE

Die **durchschnittlichen Kosten** für einen PV-Speicher inklusive Wechselrichter variieren je nach Größe, Kapazität und Qualität des Systems und anderen Faktoren. Es ist wichtig zu beachten, dass sich die Preise im Laufe der Zeit ändern können. Die durchschnittlichen Kosten für PV-Speicher inkl. Wechselrichter (ohne Installation und zusätzliche Features) betragen rund € 750,- pro Kilowattstunde (Ausnahme Anlage 6/Kläranlage: auf Grund des besonderen Anwendungsbereiches, führen spezielle Anforderungen an Wechselrichter & Speicher zu höheren Kosten). Es ist zu beachten, dass diese Kosten nur den PV-Speicher inklusive Wechselrichter abdecken und nicht die Installationskosten oder zusätzliche Funktionen wie Überwachungssysteme, intelligente Steuerung oder andere Zubehörteile. Die Installationskosten können je nach den individuellen Gegebenheiten des Standorts, der Verkabelung und anderen spezifischen Anforderungen variieren. Es handelt sich hier um Netto-Speicherkosten ohne MWSt.

Der **Autarkiegrad** einer PV-Stromspeicheranlage gibt an, welcher Anteil des eigenen Stromverbrauchs mit Hilfe der PV-Anlage und des Stromspeichers gedeckt werden kann, ohne dass zusätzlicher Strom aus dem Netz bezogen werden muss. Mit anderen Worten, es ist ein Maß dafür, wie unabhängig man von externen Stromquellen ist. Der Autarkiegrad hängt von mehreren Faktoren ab, einschließlich der Größe des PV-Systems, der Kapazität des Speichers, des Stromverbrauchs des Haushalts und der Verfügbarkeit von Sonnenlicht. Je größer das PV-System und der Speicher sind, desto mehr Energie kann selbst erzeugt und gespeichert werden, um den Eigenverbrauch zu decken. Bei den bestehenden Musteranlagen 1, 2 und 7 (Ein-Familienhaushalt) wurde durchschnittlich eine Speicherkapazität von rund 16 Kilowattstunden errichtet und in Zusammenhang mit einer durchschnittlichen Nennleistung von 9,25 Kilowatt Peak ein Autarkiegrad von rund 32% bis 68% erreicht. Im Geschosswohnbau (4 Wohneinheiten) liegt die

Speicherkapazität mit 22,08 kWh und einer Nennleistung von 17,86 kWp über dem Schnitt eines Ein-Familienwohnhaus. Hier konnte ein Autarkiegrad von 50% erreicht werden. Bei einer Landwirtschaftlichen Nutzung (Musteranlage 3 und 4) wurden die Speicherkapazitäten entsprechend höher bei rund 27 Kilowattstunden und einer PV-Nennleistung von rund 20 Kilowatt Peak angesetzt und ein Autarkiegrad von rund 42% erreicht. Es ist wichtig zu beachten, dass der Autarkiegrad einer PV-Stromspeicheranlage nicht immer konstant ist, sondern von Tag zu Tag und saisonal schwanken kann. An sonnigen Tagen mit viel Sonneneinstrahlung kann der Autarkiegrad hoch sein, während er an bewölkten oder dunkleren Tagen niedriger sein kann. Im Sommer wird bei den Musteranlagen mit vorhandenen Daten ein hoher Autarkiegrad erreicht, daraus kann man schließen, dass alle PV-Stromspeicheranlagen für einen verbrauchsdeckenden Sommerbetrieb konzipiert wurden. Eine umfassendere Betrachtung, auch in Bezug auf die Winterstrom-Lücke sollte hier auf technische innovative Lösungen (z.B. höhere Modulneigung bzw. Ausrichtung der PV-Paneele oder Installation einer PV-Pappel bzgl. tiefstehender Sonnenlage im Winter und/oder Verwendung von Heimspeichersystemen, Demand-Response-Programmen, Power-to-Heat-Lösungen, Integration von Hybrid-Heizungssystemen uvm.) mitberücksichtigt werden. Der Autarkiegrad ist ein wichtiger Faktor bei der Bewertung der Effizienz und Rentabilität einer PV-Stromspeicheranlage, da er zeigt, wie effektiv man den selbst erzeugten Solarstrom nutzen kann, um den Eigenverbrauch zu maximieren und den Strombezug aus dem Netz zu minimieren.

Der **Eigenverbrauch von PV-Strom** bezieht sich auf den Anteil des erzeugten Solarstroms, der direkt im Haushalt verwendet wird, anstatt ihn ins Stromnetz einzuspeisen. Der tatsächliche Eigenverbrauchsanteil kann je nach den individuellen Umständen, der Größe des PV-Systems, dem Verbrauchsverhalten und anderen Faktoren variieren. Ein höherer Eigenverbrauchsanteil hat verschiedene Vorteile, wie Kostenersparnis durch die direkte Nutzung des selbst erzeugten Solarstroms. Ein höherer Eigenverbrauchsanteil ermöglicht eine größere Unabhängigkeit von Stromversorgern und Preissteigerungen auf dem Strommarkt, sowie Verringerung der CO₂-Emissionen durch die direkte Nutzung von erneuerbarer Energie. Um den Eigenverbrauchsanteil zu maximieren, können verschiedene Maßnahmen ergriffen werden, wie zum Beispiel der Einsatz eines **Stromspeichers** (Speicherung des überschüssigen Solarstroms für den späteren Verbrauch), eines **Energiemanagement-Systems** (gesamtheitliche Nutzung von Wärme und Strom, z.B. optimale Betriebsstrategie für Wärmepumpen mit Pufferspeicher und aktive Steuerung von Gebäudeteilen), von **intelligenten Steuerungen** (tageszeitprogrammierte Verbraucher, wie Waschmaschine oder Geschirrspüler) oder **interaktive Ladesysteme für E-Fahrzeuge**. Diese sollten bereits in der Planungsphase von PV-Stromspeicheranlagen berücksichtigt werden, um die vorhandenen Verbraucher gezielt und leistungsabhängig mit PV-Strom zu betreiben bzw. zu laden.

Alternative **Speichertechnologien**, wie die Umsetzung von Salzwasserspeicher oder Lithium-Titanat-Oxydspeicher innerhalb des Projektzeitraumes, stellten sich als sehr komplex dar bzw. waren die unterschiedlichen Technologien nicht lieferbar. Gängige Speichertechnologien (Lithium-Ionen- oder Lithium-Eisen-Phosphat-Speicher) wurden ohne Lieferverzögerungen bereitgestellt. Der Hauptunterschied zwischen einem Lithium-Ionen-Speicher und einem Lithium-Eisen-Phosphat-Speicher liegt in den verwendeten Batteriematerialien. Lithium-Ionen-Batterien verwenden eine Vielzahl von Kathodenmaterialien wie Lithium-Kobalt-Oxid (LiCoO₂), Lithium-Mangan-Oxid (LiMn₂O₄), Lithium-Nickel-Mangan-Kobalt-Oxid (LiNiMnCoO₂) und andere. Sie bieten eine hohe Energiedichte, was bedeutet, dass sie viel Energie in einem kompakten Gehäuse speichern können. Lithium-Ionen-Batterien haben in der Regel eine höhere Nennspannung und eine höhere Energiedichte als Lithium-Eisen-Phosphat-Batterien. Sie sind bekannt für ihre gute Leistung bei hohen Entladeströmen und eignen sich daher gut für Anwendungen mit hoher Leistung wie Elektrofahrzeuge. Lithium-Eisen-Phosphat-Batterien verwenden als Kathodenmaterial Lithium-Eisen-Phosphat (LiFePO₄). Sie bieten eine etwas niedrigere Energiedichte als Lithium-Ionen-Batterien, was bedeutet, dass sie eine größere physische Größe benötigen, um die gleiche Energiemenge zu speichern. Lithium-Eisen-Phosphat-Batterien haben eine höhere Nennspannungsschwelle für die Ladeschlussspannung, was zu einer geringeren Anfälligkeit für thermische Ausfälle führt. Sie sind bekannt für ihre verbesserte thermische Stabilität und ihre erhöhte Sicherheit im Vergleich zu Lithium-Ionen-Batterien. Lithium-Eisen-Phosphat-Batterien haben in der Regel eine längere Lebensdauer und eine höhere Zyklenfestigkeit als Lithium-Ionen-Batterien. Die Wahl zwischen einem Lithium-Ionen-Speicher und einem Lithium-Eisen-Phosphat-Speicher hängt von den spezifischen Anforderungen und Prioritäten des Anwenders ab, wie z. B. Energiekapazität, Leistungsfähigkeit, Kosten, Sicherheit und Lebensdauer.

Projektbeteiligte

Weitere Informationen zu den technischen Ausführungen der Best Practice Beispiele und zum Projekt erhalten Sie bei:

Firma	Tätigkeiten	Ansprechperson
 <p>Lokale Aktionsgruppe (LAG) Thermenland-Wechselland</p>	<p>Abwicklung des LEADER-Förderprogrammes zur Weiterentwicklung des ländlichen Raumes</p>	<p>Vorsitzender LT-Präs.a.D. Prof. Franz Majcen LAG-Management: Beatrix Übelacker +43 664 / 255 10 20 Fehringer Str. 17 8280 Fürstenfeld www.thermenland-wechselland.at</p>
 <p>ENERGIEREGION OSTSTEIERMARK</p>	<p>Projektmanagement, Energie- und Förderberatung</p>	<p>DI Christian Luttenberger +43 676 / 784 00 86 8321 St. Margarethen an der Raab 163 www.erom.at</p>
 <p>ERNEUERBARE ENERGIE ING. LEO RIEBENBAUER</p>	<p>Ingenieurbüro für innovative, technische Lösungen auf dem Gebiet nachhaltiger Energiesysteme</p>	<p>Ing. Leo Riebenbauer +43 3339 / 25 113-11 Hauptplatz 13 8243 Pinggau www.riebenbauer.at</p>
 <p>Bauer Unternehmensberatung & Ingenieurbüro für Elektrotechnik</p>  <p>MITGLIED DES FACHVERBANDES</p>	<p>AIT zertifizierter Photovoltaikplaner und Gutachter (TUEV) für Photovoltaikanlagen</p>	<p>DI(FH) Roland Bauer +43 664 / 23 37 461 Nothelferweg 9b/7 8020 Graz www.pv-bauer.com</p>

IMPRESSUM:

Energieregion Oststeiermark GmbH, 8321 St. Margarethen an der Raab 163, www.erom.at
 Autor:innen: DI(FH) Roland Bauer; Ing. Leo Riebenbauer, Josef Riebenbauer, DI Christian Luttenberger, DI (FH) Heike Müller, Jürgen Sornig BSc
 Layout und Druck: guteidee