

Speichereinsatz zur Integration erneuerbarer Energien

Solarstammtisch
EUROSOLAR AUSTRIA

Manfred Tragner
Wien, 16. Juni 2016



Ing. Dipl.-Ing. Dr. techn. Manfred Tragner



Arbeitsschwerpunkte

Marktmodelle
Energieeffizienz
CO₂-Problematik
Erneuerbare Energien
Elektrische Energieerzeugung und -verteilung
Elektromobilität
Smart Cities, Smart Grids, Smart Meter
Energiespeicher

Studium der Elektrotechnik an der
Technischen Universität, Graz und Wien
Doktorat der Energiewirtschaft an der
Technischen Universität, Wien
1997-1998: Projektassistent
Institut für Energiewirtschaft der TU Wien, Wien
1998-2005: Kustos, Sammlungsleiter, Chefkustos
Technisches Museum Wien, Wien
2005-2014: Stv. Studiengangleiter, Lehrender und
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
FH JOANNEUM GmbH, Kapfenberg
seit 2010: Geschäftsführer
4ward Energy Research GmbH, Wien
seit 2014 Geschäftsführer
T innovation e.U., Wien
Seit 2015 externer Lektor an der
FH Technikum Wien
Seit 2016 externer Lektor an der
Akademie Burgenland GmbH

Inhalt

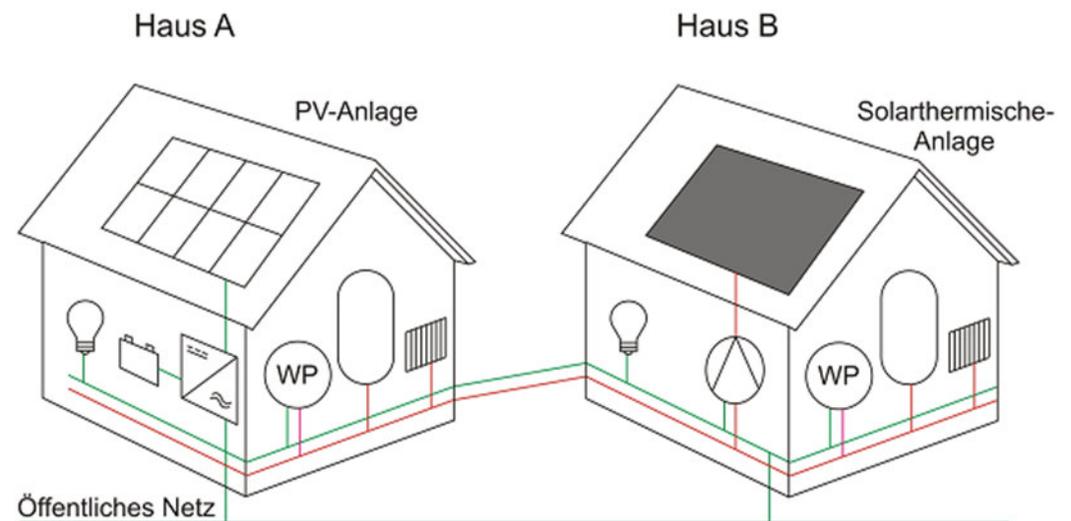
1. InEnmasys
2. MicroGrid Güssing

Speichereinsatz zur Integration erneuerbarer Energien

- InEnmasys

Projekt

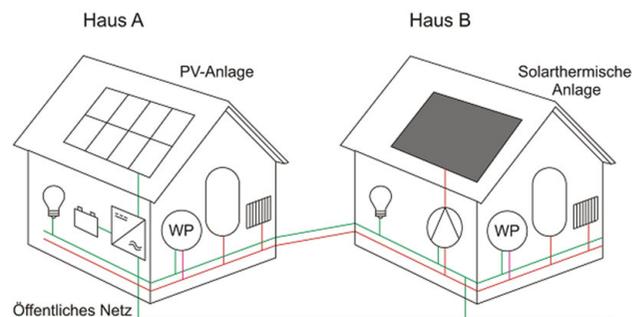
- Energieaustausch (Wärme und Strom)
- Steigerung Eigenversorgungsgrad
- e!MISSION.at (AS 4)
- Start: April 2014
- Laufzeit 3 Jahre
- Untersuchung 3 Objekte:
 - Städtische, öffentliche Infrastruktur
 - Gewerbepark
 - Zwei Einfamilienhäuser



▶▶▶ 1. InEnmasys

8.2 Analyse der technischen Ausgangslage

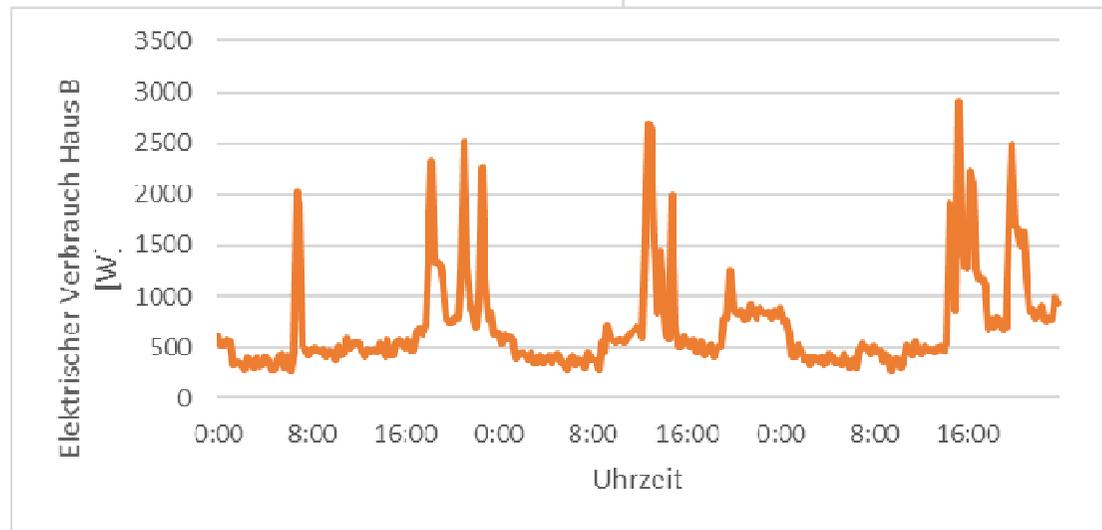
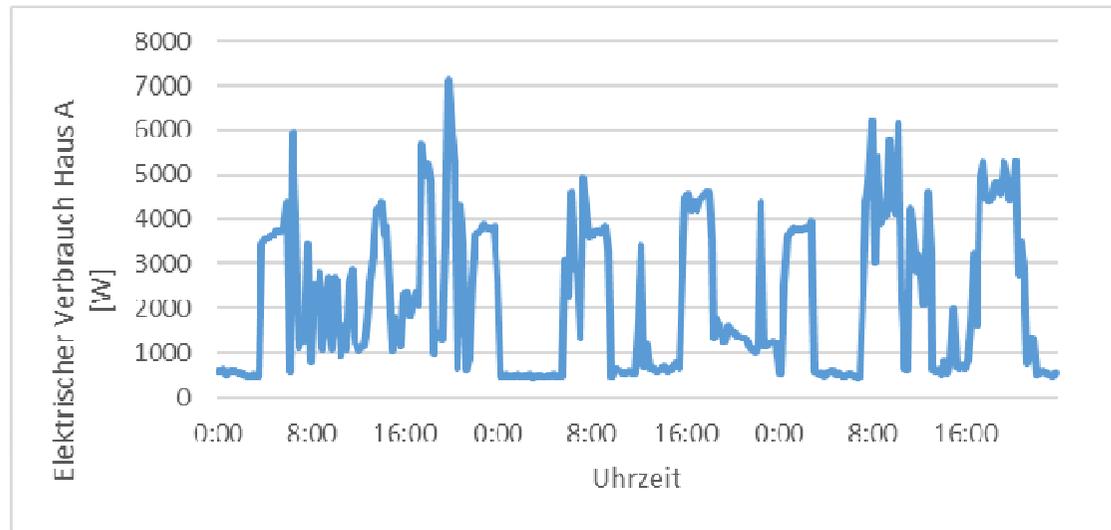
		Haus A	Haus B
Verbrauch	Strom	16,0 MWh _{ELEKTRISCH}	15,6 MWh _{ELEKTRISCH}
	Wärmeverbrauch	11 MWh _{THERMISCH}	10 MWh _{THERMISCH}
Erzeugung	PV-Anlage 1	8 kW _p	-
	PV-Anlage 2	6 kW _p	-
	Eigendeckung	5 MWh _{ELEKTRISCH}	-
	Solarthermische Anlage	-	1300 kWh _{THERMISCH}
Wärme- bereitstellung		Wasser-Wasser Wärmepumpe	Luft-Wasser Wärmepumpe Solarthermische Anlage



▶▶▶ 1. InEnmasys

Analyse der technischen Ausgangslage

- Technische Ausgangslage
- Haus A



- Haus B

▶▶▶ 1. InEnmasys

Analyse der technischen Ausgangslage

Technische Ausgangslage

- Gemessene und für die Stromverbrauchsoptimierung relevante elektrische Verbraucher in Haus A

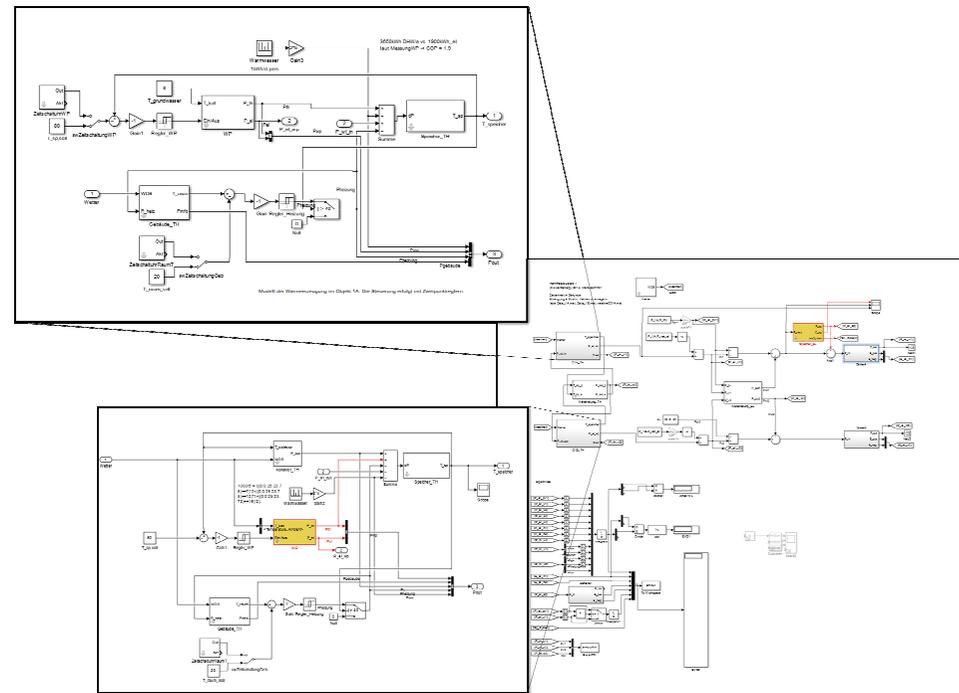
Nachheizregister elektr. Lüfter	Wärmepumpe	Wäschetrockner	Lüftung
Brunnenpumpe, Gartenbewässerung	TV-Station	Geschirrspüler	Heizpatrone Boiler
Gefrierschrank 1 & 2	Klimaanlage	Pooltechnik	Zirkulation WW
Kühlschrank 1 & 2	Waschmaschine 1 & 2	Rasenroboter 1 & 2	Ni-Fe Speicher

▶▶▶ 1. InEnmasys

Analyse der Möglichkeiten zur Optimierung des Energiebezugs

Simulationsmodell

- Matlab / Simulink und Carnot-Toolbox
- Basierend auf Energiebilanzen
- Thermisches und elektrisches System
- Zerlegung in Subsysteme:
 - Block für jede Systemkomponente
 - Steuerblock für die Einsatzsteuerung
 - Block für ökonomische Auswertungen
- Gemessenes Verhalten wird vom Modell abgebildet



▶▶▶ 1. InEnmasys

Analyse der Möglichkeiten zur Optimierung des Energiebezugs

Auswirkung ausgewählter Maßnahmen im Gebäudeverbund

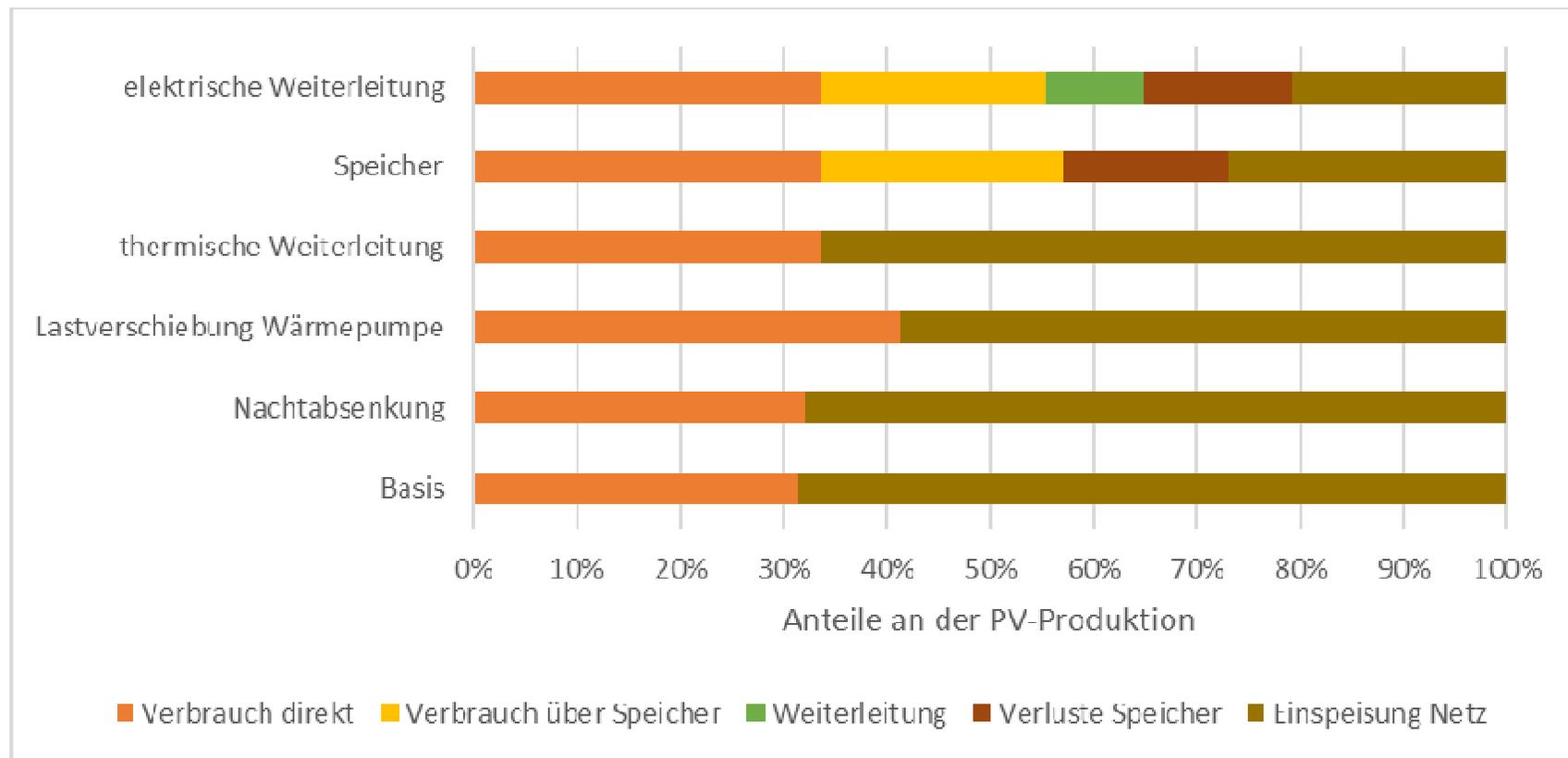
- Nachtabsenkung: Solltemperatur in der Nacht auf 18 ° C
- Wärmepumpe als verschiebbare Last: PV Strom zum Betrieb bevorzugen
- Thermische Weiterleitung: solarthermische Überproduktion im Sommer zur Warmwasserbereitung auch in Haus A nutzen
- Speichereinsatz: Pufferung der Erzeugungsspitzen aus der PV-Anlage
- Elektrische Weiterleitung: Überschusserzeugung zur Deckung des Verbrauchs im Haus B

▶▶▶ 1. InEnmasys

Analyse der Möglichkeiten zur Optimierung des Energiebezugs

Auswirkung ausgewählter Maßnahmen im Gebäudeverbund

- Verwendung der PV-Produktion



▶▶▶ 1. InEnmasys

Umsetzung der Maßnahmen für den gebäudeübergreifenden Energieaustausch

Rechtliche Rahmenbedingungen

- Kanzlei Haslinger / Nagele für rechtliche Fragen
- Strom: EIWOG
 - Direktleitung:
 - Kein öffentlicher Strom über die Direktleitung
 - Keine Einspeisung ins öffentliche Netz über die Direktleitung
 - Überschusseinspeisung rechtlich nicht relevant
 - Betrieb der Direktleitung durch den Stromerzeuger
- Wärme: Gewerbeordnung

▶▶▶ 1. InEnmasys

Umsetzung der Maßnahmen für den gebäudeübergreifenden Energieaustausch

Wirtschaftliche Rahmenbedingungen

- Kosten-Nutzen-Analyse
- Strom: 2 Ausgangsszenarien
 - PV-Anlage ist noch nicht abgeschrieben
 - PV-Anlage ist abgeschrieben
- Gegenüberstellung der Direktleitungskosten, Stromgestehungskosten und Stromverkaufserlöse

	Ersten 25 Jahre	Nach 25 Jahren
Kosten für die Leitungserrichtung pro Jahr	45,15 €	45,15 €
Stromgestehungskosten	115,31 €	13,79 €
Kosten pro Jahr	160,46 €	58,94 €
Einnahmen durch den Stromverkauf	172,06 €	172,06 €
Einnahmen pro Jahr	172,06 €	172,06 €
Differenz aus Einnahmen und Ausgaben	11,60 €	113,12 €

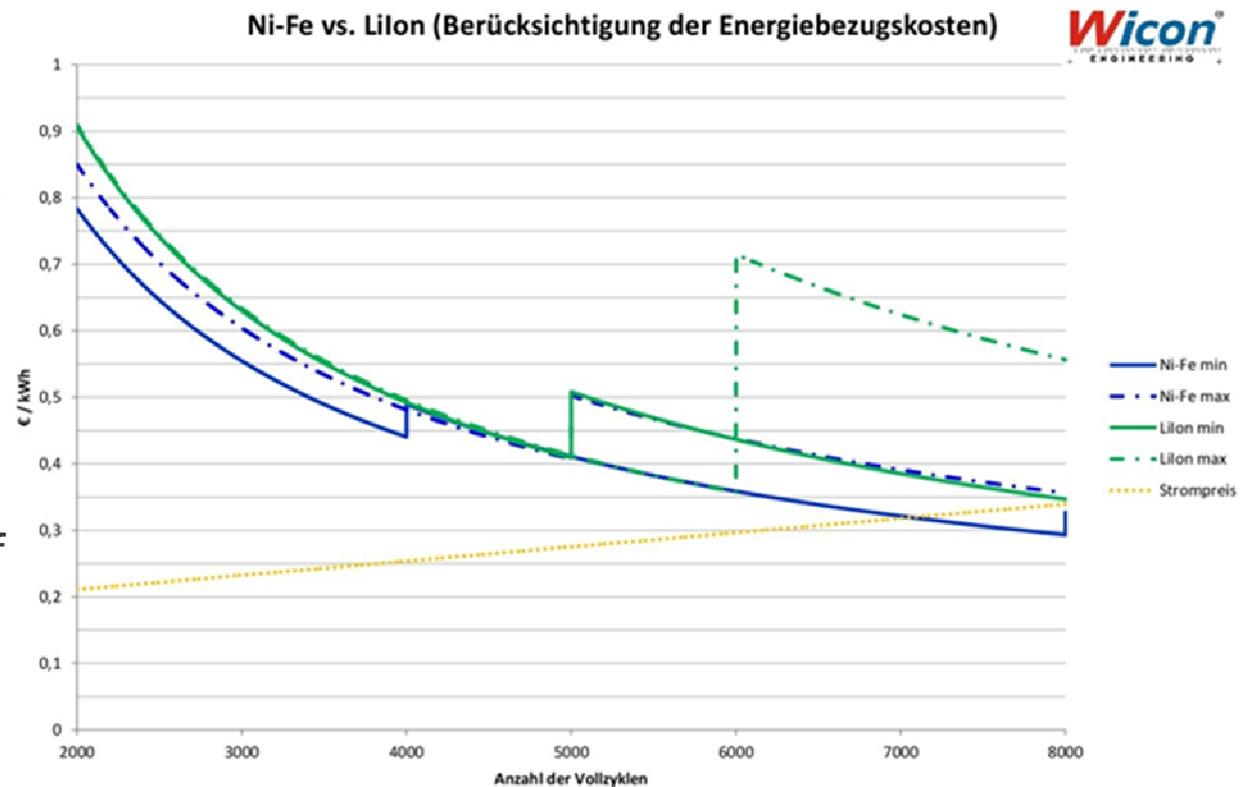
NiFe-Akku

- Angebotsvergleich für Akkus

		Blei Gel Akkus A		Blei Gel Akkus B		Li Akku	LiFeP O	Li Akku	LiFeP O	Li Akku	NiFe Akku
Kapazität / Nutzbare Kapazität [kWh]		6,48 / 4	12,9 6 / 8,4	9,6 / 6	18,72 / 9,36	20,5 / 14,3	20 / 16	12,15 / 9,72	14,8 / 10,6	13,5 / 10,5	19,2 / 16,8
Nutzbar		62 %	62 %	63 %	50 %	70 %	80 %	80 %	72 %	78 %	88 %
Ladezyklen		2.50 0	2.50 0	3.500	3.500	5.000	>6.000	5.000	k.A.	>5.000	4.000
Wirkun gsgrad	Lade-regler	96 %	96 %	94 %	94 %	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	<96 %	96 %
	Akku-zelle	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	<98 %	k.A.
	Anlage	80 %	80 %	87 %	87 %	85 %	k.A.	k.A.	<96 %	k.A.	92 %
Gewicht [kg]		180	260	k.A.	k.A.	520	460	180	520	260	1.520
Preis pro nutzbarer kWh (nur AKKU) in [€]		3.37 0	1.80 0	2.846	1.824	1.916	1.422	2.182	1.916	1.324	1.324

NiFe-Akku

- Kostenvergleich NiFe vs Li-Ionen
 - Durch Kombination der Gesamtwirkungsgrade, Regenerierungskosten und Wartungskosten wurde der min. und max. Verlauf bei den Stromgestehungskosten bestimmt.

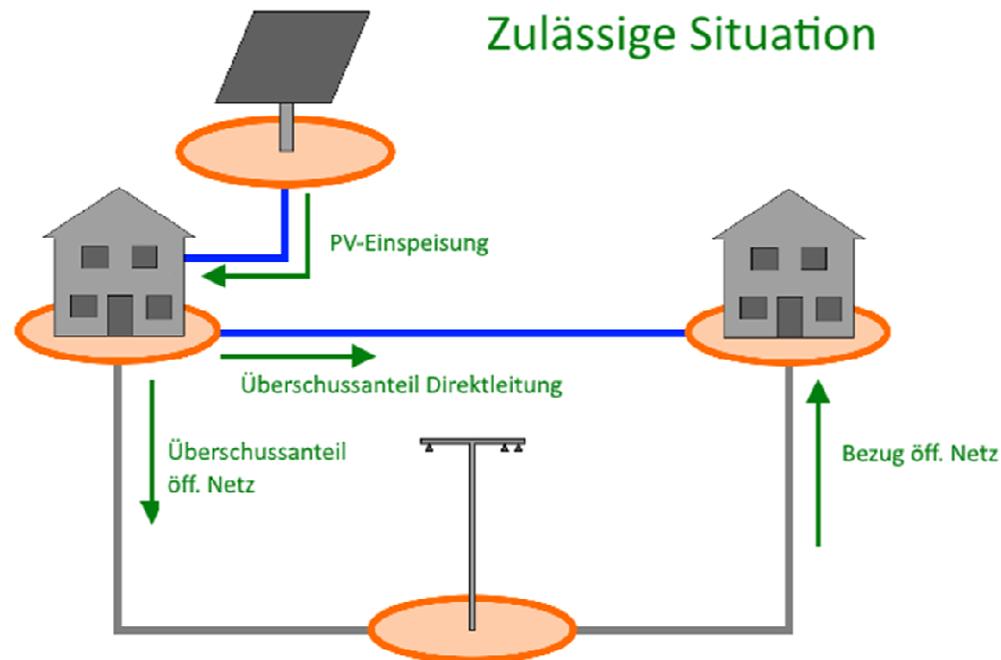


▶▶▶ 1. InEnmasys

Umsetzung der Maßnahmen für den gebäudeübergreifenden Energieaustausch

Technische Rahmenbedingungen

- Zulässiges Regelschema für die Direktleitung



Projektzusammenfassung

- Deutlich sichtbares Potenzial bezüglich Eigenverbrauch und stärkerer Integration von Erneuerbaren
- Die umzusetzenden Maßnahmen unterscheiden sich deutlich in ihrer Komplexität und den resultierenden Effekten
- Umsetzung bedarf einer gründlichen Vorbereitung:
 - Datenerfassung
 - Analyse und Auswertung der Daten
 - Rahmenbedingungen

Projektzusammenfassung

- Thermische Weiterleitung für Privatpersonen möglich aber nicht sinnvoll
- Elektrische Weiterleitung unterliegt strengen Regelungen
 - Wirtschaftlichkeit ist zu überprüfen
 - Zulässiges Regelschema beschränkt die Weiterleitungsmöglichkeit und muss für eine richtige Auslegung der Direktleitung genau analysiert werden

Speichereinsatz zur Integration erneuerbarer Energien

MicroGrid Güssing

▶▶▶ Das Projekt MicroGrid Güssing

Eckdaten des Projektes

- **Förderprogramm:**

Smart Cities – FIT for SET – 3. Ausschreibung

- **Projektpartner:**



imagination at work
Österreich



- **Projektlaufzeit:**

06.2014 bis 11.2015 (mit Verlängerung bis 5.2016)

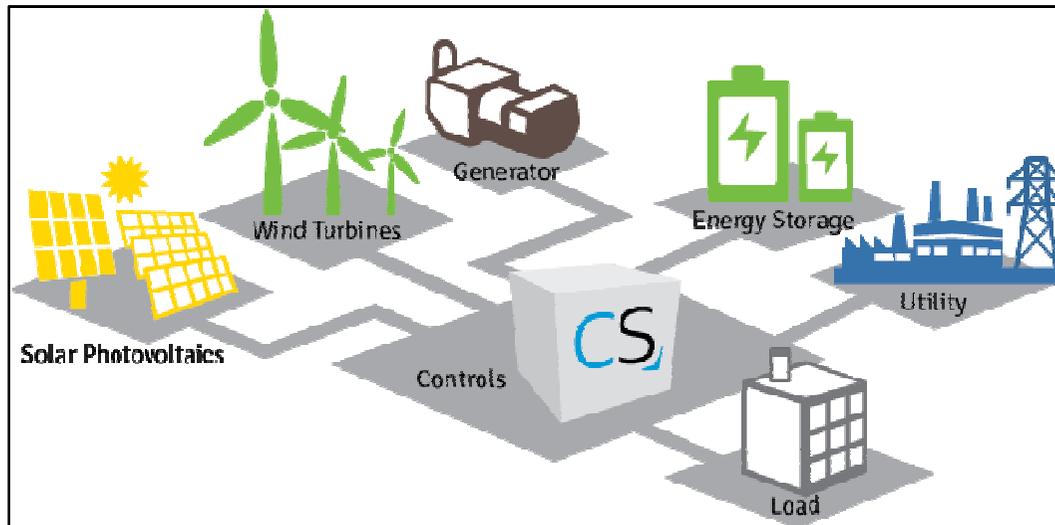
- **Fördervolumen:**

€ 150.000

Projektziel

Untersuchung der Möglichkeiten zur Etablierung eines MicroGrids:

- Verbraucher
- Erzeuger
- Speicher
- Netz
- IKT



Grafikquelle: <http://www.cleanspark.com>

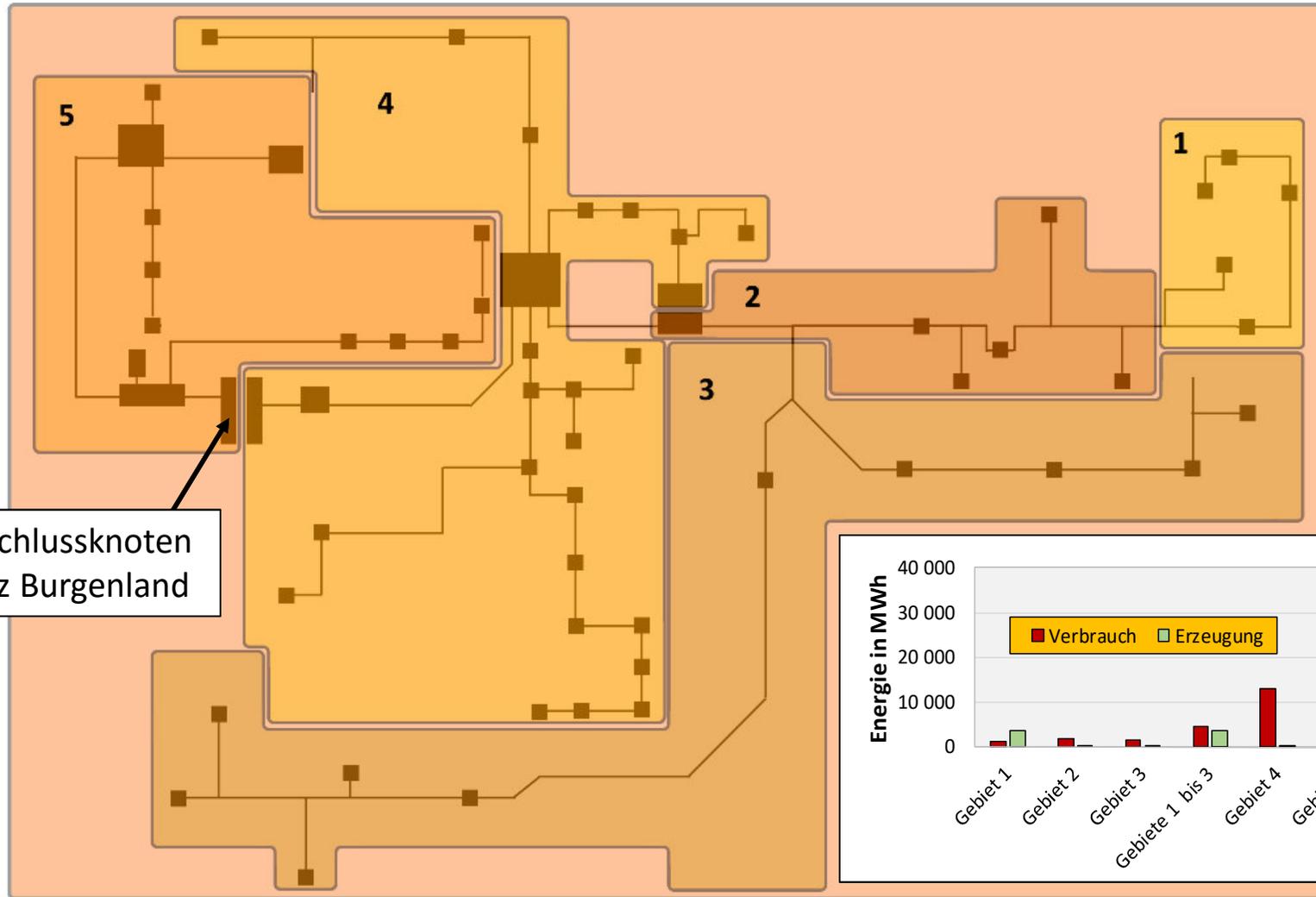
MicroGrid Güssing:

- Analyse des Energieversorgungssystems
- Erhebung der Potentiale für den Ausgleich von RES und Verbrauch
- Betriebsoptimierung des MicroGrids
- Untersuchungen hinsichtlich der Integration eines Stromgroßspeichers
- Entwicklung von Teillösungsansätzen
- Erstellen eines Anforderungskataloges für die Implementierung

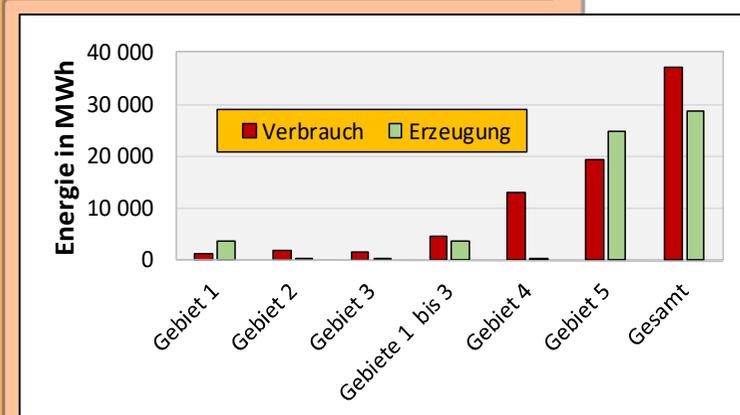
Aufgetretene Probleme

- Nur sehr wenige Daten bereits vorhanden
- Messinfrastruktur kaum vorhanden
- Daten wurden nur sehr zögerlich weitergegeben
- Teilweise mangelnde Kenntnisse über das Netz und Betriebszustände des Netzes
- Netzberechnungen mit vielen Schätzwerten
- Vermutete Probleme wurden nicht bestätigt

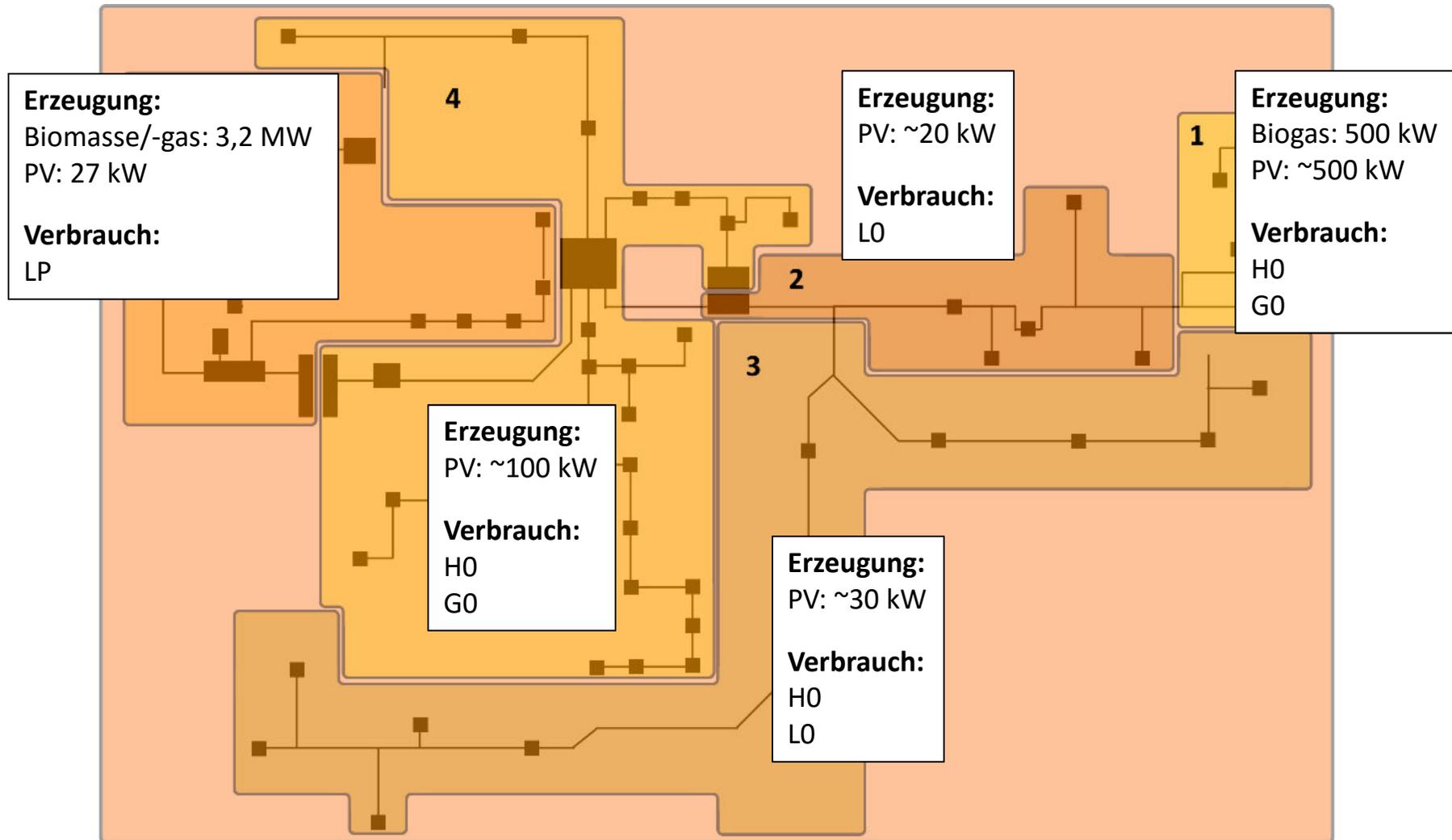
Das Stromnetz von Güssing



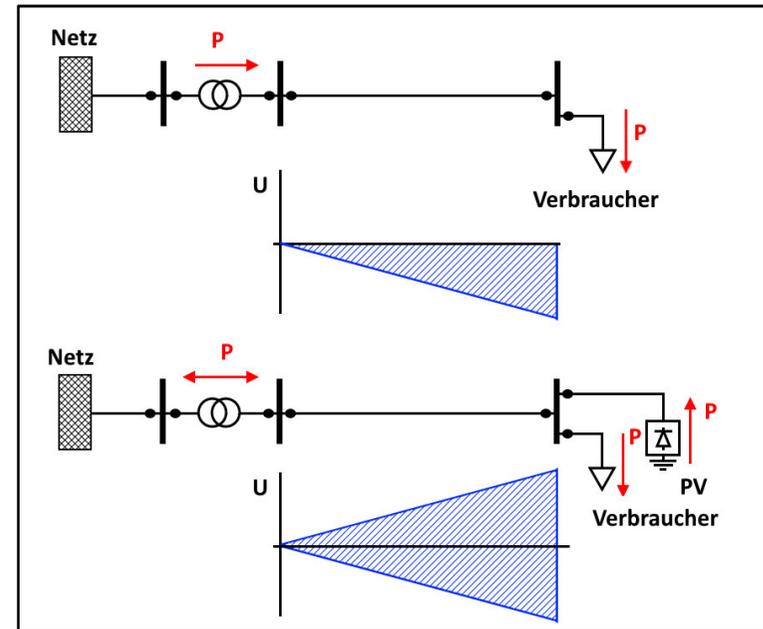
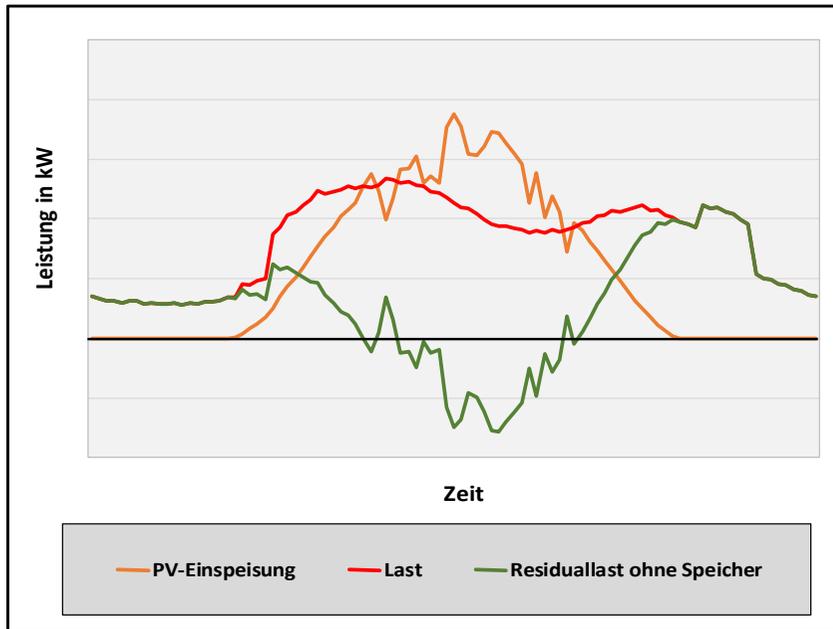
Anschlussknoten
Netz Burgenland



Das Stromnetz von Güssing



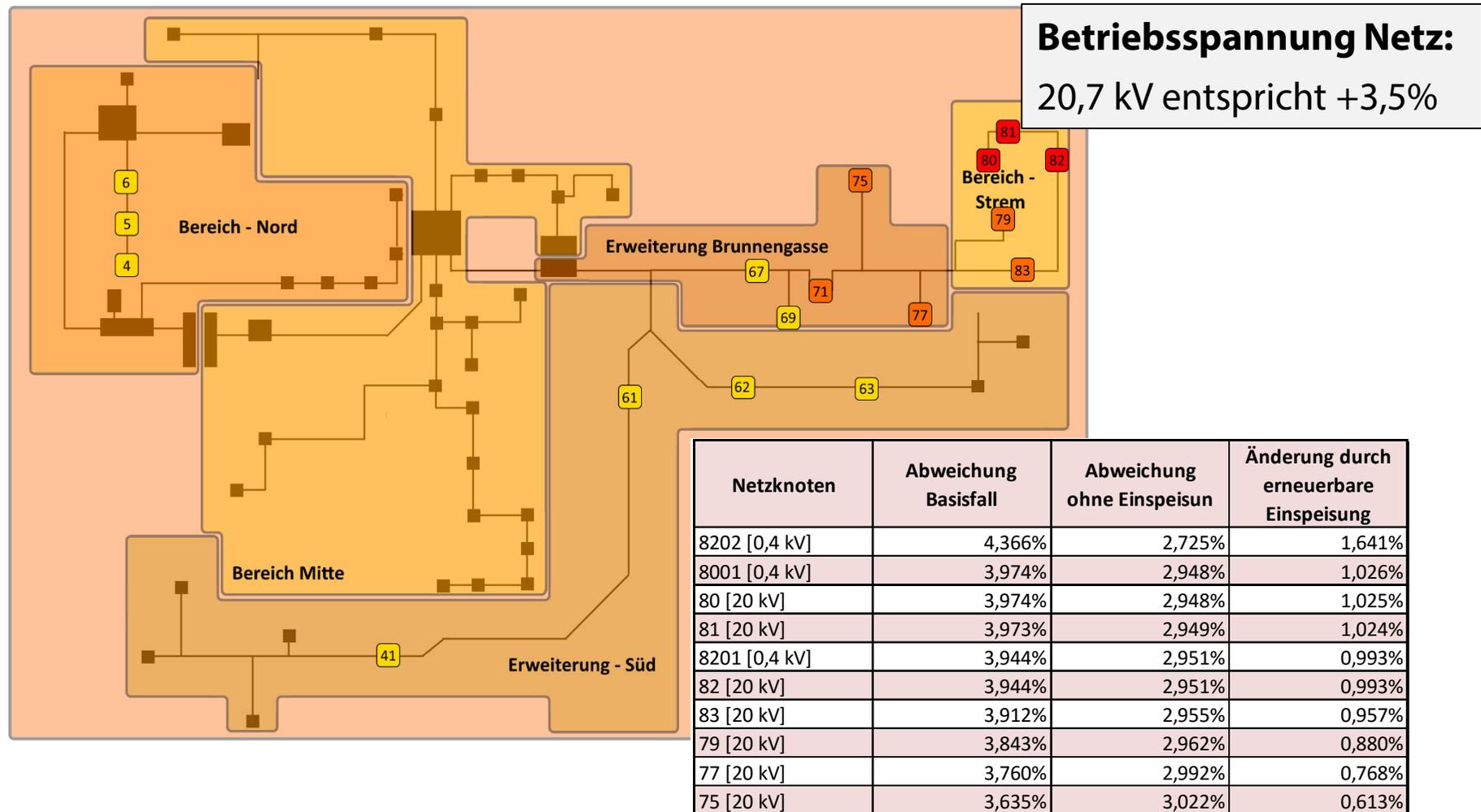
Problematik durch dezentrale RES



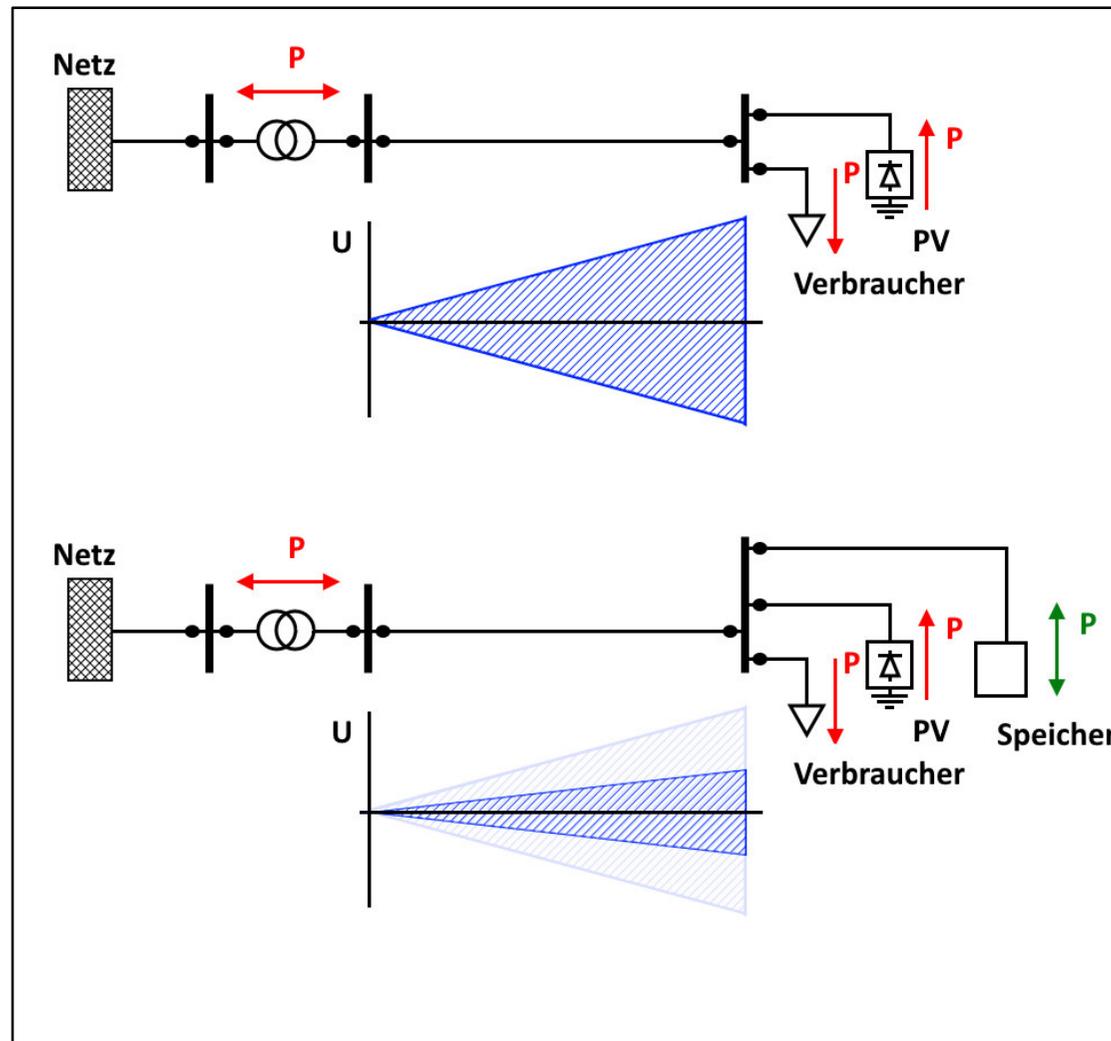
- Zeitliche Entkoppelung von Erzeugung und Verbrauch
- Lokaler Überschuss erneuerbarer Energie
- Prognoseabweichungen → Regelenergiebedarf

- Grenzwert für Spannung: $\pm 10 \% U_{NENN}$
- Grenzwert für Spannungserhöhung durch Erneuerbare
 - $+2 \% U_{NENN}$ für Mittelspannung
 - $+3 \% U_{NENN}$ für Niederspannung

Belastung der Knoten im Netz

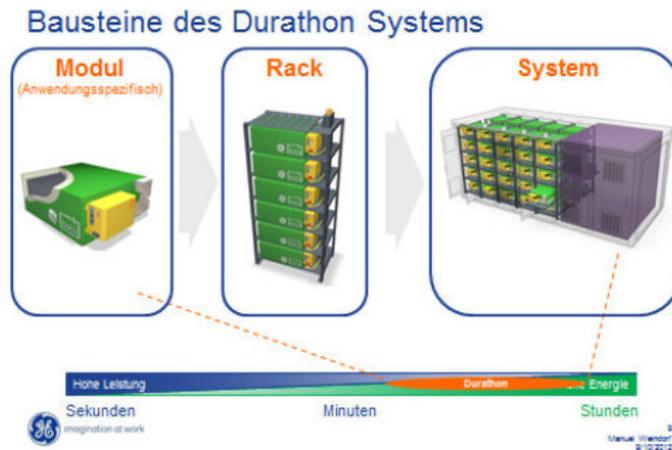


Effekte durch den Speicherbetrieb



►►► Speicher als Kompensation für RES

Im Projekt berücksichtigte Speicher



Grafikquelle: (GE, 2015)

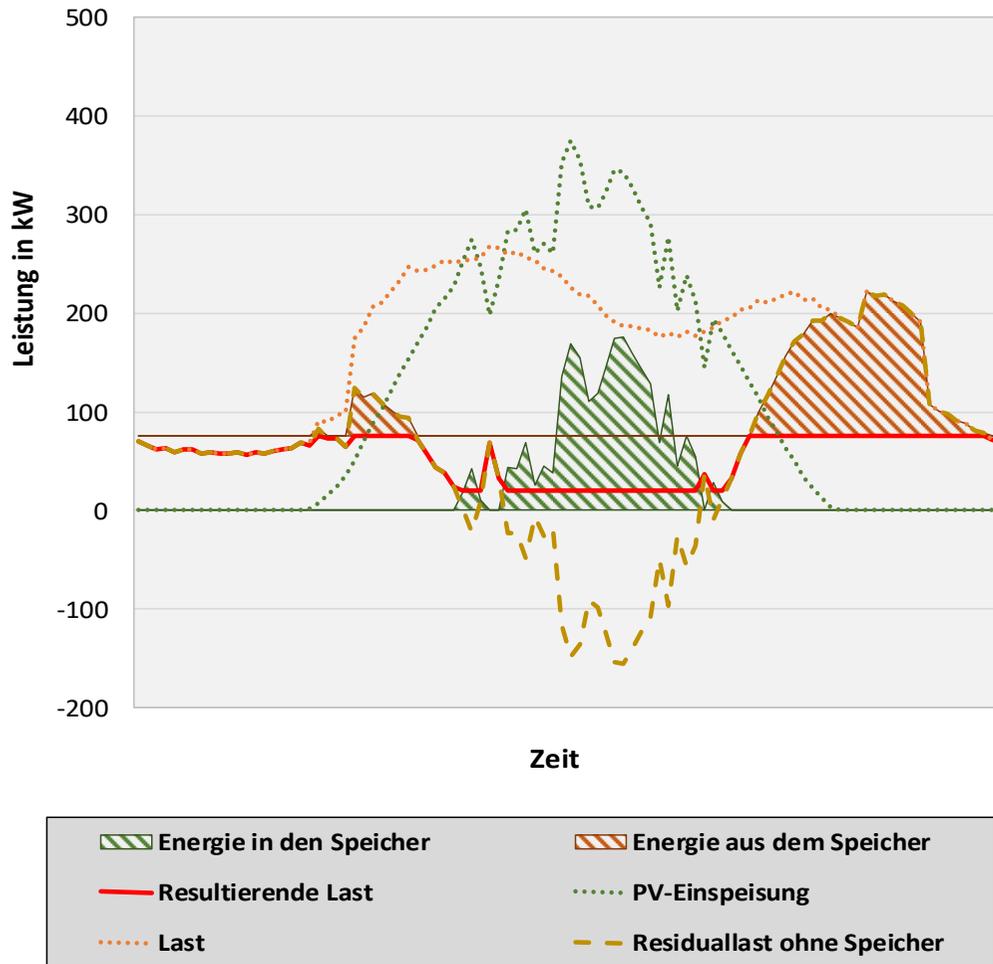


Grafikquelle: (greenway, 2016)

Speicher	Kapazität [kWh]	Leistung [kW]	Zykluswirkungsgrad [%]
Durathon 6 MWh	6 000	1 000	92,2
Durathon 5 MWh	5 000	1 000	92,2
Durathon 4 MWh	4 000	1 000	92,2
Durathon 3 MWh	3 000	1 000	92,2
Durathon 2 MWh	2 000	1 000	92,2
Durathon 1 MWh	1 000	500	92,2
GreenWay	330	66	82,0

Datenquelle: (GE, 2015) und (greenway, 2015)

Speichereinsatzstrategie



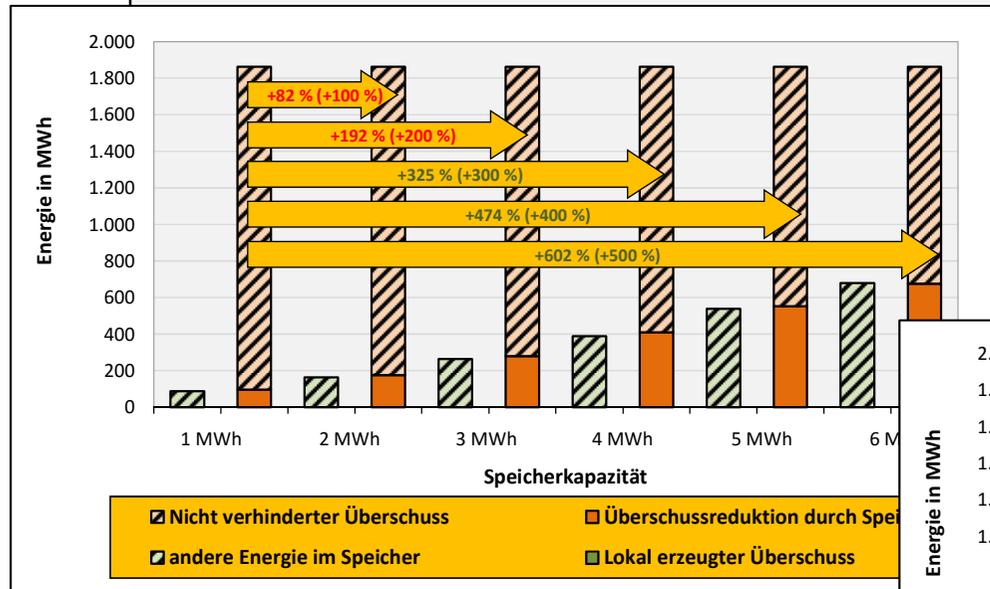
- Auslegung des Speichereinsatzes auf Basis der Residuallast: Last - Erzeugung
- Prognose der Last und der Erzeugung für einen gewissen Zeitraum (Tag, Woche):
 - Prognose des Residuallastverlaufs
 - Messung an neuralgischen Netzpunkten
- Festlegung von Grenzwerten für die Residuallast:
 - Entladen: Residuallast > Obere Grenze
 - Laden Residuallast < Untere Grenze
- Gewünschte Effekte:
 - Reduktion erneuerbaren Überschusses
 - Verlagerung von Peak zu Offpeak
 - Positive Beeinflussung des Netzes
- Abschätzung Wirtschaftlichkeit: Preisdifferenz am Energiemarkt

Speicher-Bewertungskriterien

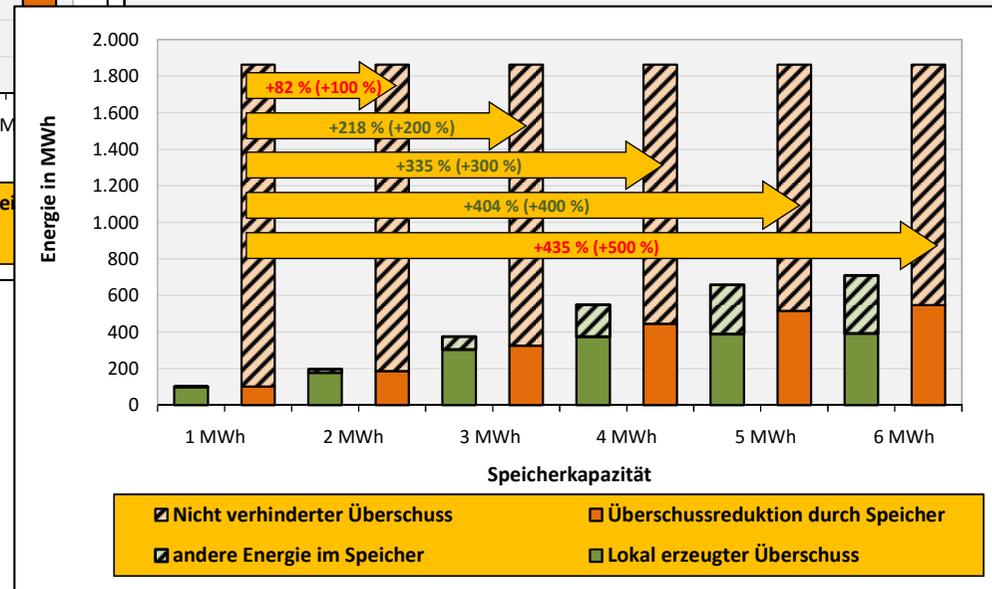
- **Speicherauslastung**
 - Wieviel % der Leistung werden genutzt?
 - Wieviel % der Kapazität werden genutzt?
- **Reduktion der Überschusserzeugung**
 - Wieviel % des regionalen RES-Überschusses können durch den Speicher reduziert werden
- **Auswirkungen auf Netzimporte und –exporte**
 - Verlagerung von Peak-Zeit Importen zu Base-Zeit Importen

Reduktion des RES-Überschusses

**6 MWh Speicher direkt an der PV-Anlage
Betrieb für Bereiche 1 bis 4**



**4 MWh Speicher direkt an der PV-Anlage
Betrieb für Bereiche 1 bis 3**

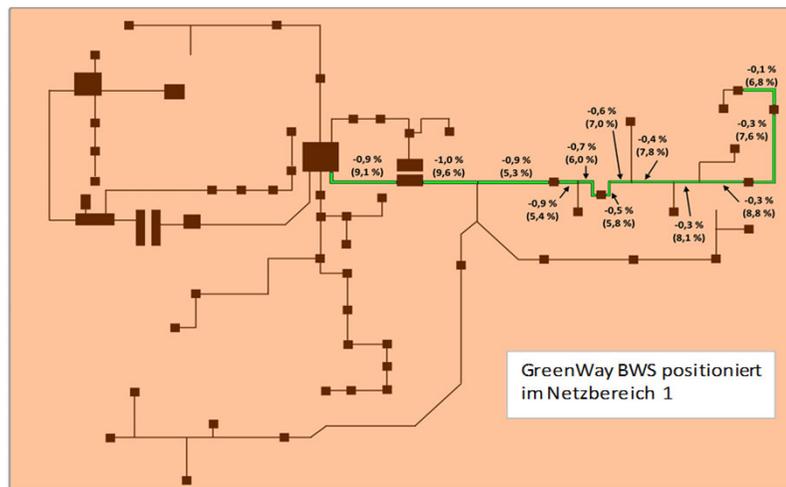
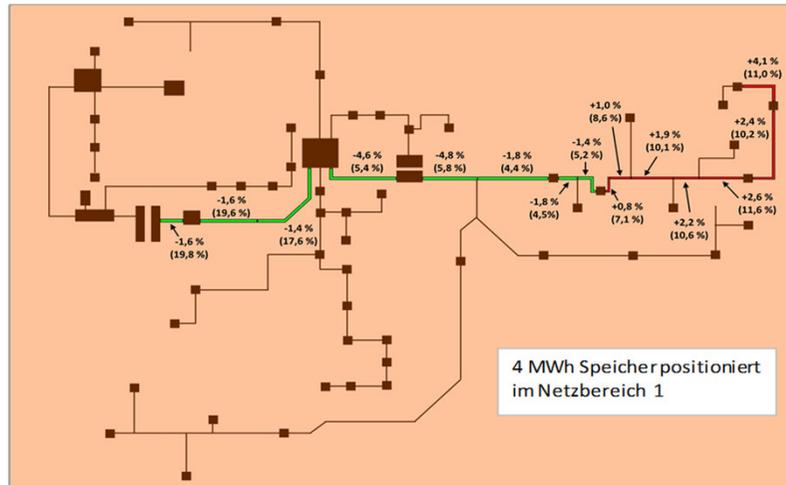


Zusammenfassung

Speicher	Einsatzgebiet	Kapazität [kWh]	Leistung [kW]	Überschuss- reduktion [kWh]	Überschuss- reduktion [%]	Mittlere Auslastung [kW]	Mittlere Auslastung [%]	Änderung der Peakbezüge [kWh]
Durathon 6 MWh	1 bis 4	6 000	1 000	676 703	36,3	301	30,1	-485 884
Durathon 4 MWh	1 bis 3	4 000	1 000	445 818	23,9	152	15,2	-303 455
GreenWay	1 und 2	330	66	101 946	5,5	46	69,7	-21 101

- Nutzen der Speicher richtet sich sehr stark nach dem Einsatzgebiet.
- Reduktion des Überschusses an erneuerbarer Energie maßgeblich von Speicherparametern und Speichereinsatzgebiet abhängig
- Lade- und Entladeleistung von 1 MW (Durathonspeicher) für das betrachtete Netzgebiet deutlich überdimensioniert
- Höhe der Peakbezugsänderung abhängig von Speicherparametern und Einsatzgebiet
- Kostenreduktion von etwa 98 % für Durathon Speicher notwendig um Wirtschaftlichkeit zu garantieren
- Greenway Batteriewechselstation deutlich geringere Auswirkungen, dafür wirtschaftlicher durch alternatives Geschäftsmodell

Zusammenfassung



- Reduktion der maximal auftretenden Knotenspannungen (bis 0,3 % von U_{NENN}) :
 - Nähe des Speichers zu Verursacher der Spannungserhöhung
 - Einfluss der Spannungserhöhungsursache auf den Einsatz des Speichers
 - Keine Erhöhung der maximal auftretenden Knotenspannungen beobachtet.
-
- Sowohl Erhöhungen als auch Reduktionen:
 - Abhängig von Zeitpunkt des Speichereinsatzes □ Ungünstiger Zusammenfall mit Belastungssituation
 - Veränderung der Leitungsbelastung nur bis zum Speicher
 - Keine Änderung der Leitungsbelastung für Abzweigungen von direkter Verbindung zum Speicher



Manfred Tragner

4ward Energy Research GmbH

Tannengasse 18 / 6

A-1150 Wien

e: manfred.tragner@4wardenergy.at

t: +43 664 88 500 33 7

w: www.4wardenergy.at