

PV-Store: Photovoltaik – Vanadium Redox Flow Speichersysteme

Stabilisierung von Niederspannungsverteilnetzen und Analyse
ihrer Nachhaltigkeit

Matthias Stifter (AIT)

Susanne Schidler (FH-Technikum Wien)

Inhalt

- **Einleitung**
- **Systembeschreibung**
 - Betriebsmodi
 - Technologie und Systembeschreibung
 - Modell und Simulation
 - Teststand und Messung
 - Ergebnisse
- **Nachhaltigkeitsanalyse**
 - Kriterienbildung und Kriterienkatalog
 - Ergebnisse der Fallstudie
- **Zusammenfassung**

Einleitung

Zielsetzungen und Hintergrund

Einleitung (1)

Zielsetzungen

Stabilisierung und Verbesserung der Versorgungsqualität in Niederspannungsnetzen mittels PV und Vanadium Redox Flow Batterie Systemen

- Verwendung von **handelsüblichen, verfügbaren Systemen**, Adaptionen- und Systemintegrationsaufwand gering halten, **Einsatzmöglichkeiten** des PV-Speichersystems zu **simulieren** und umzusetzen
- Umfassende Darstellung des möglichen Beitrags zu **nachhaltiger Entwicklung** (Betrachtungsrahmen: gesamte Wertschöpfungskette).
- **Wirtschaftliche Betriebsweisen** zu definieren und zu betrachten

Einleitung (2)

Hintergrund

- Projektteam
 - Siblik Elektrik
 - AIT
 - FH-Technikum Wien

- Methodik
 - Modellbildung und Simulation
 - Testaufbau und Messung
 - Nachhaltigkeitsbewertung

- Förderung
Environment Call 2008



Die Technologieagentur der Stadt Wien.

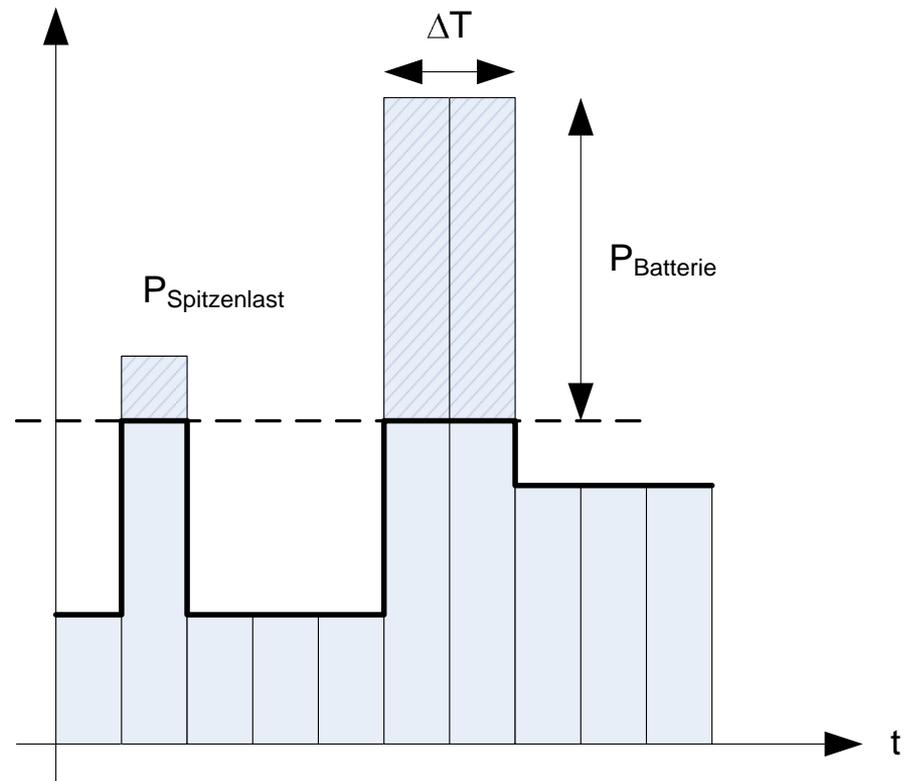
Systembeschreibung

Betriebsmodi, Komponenten, VRB Modell, Simulation, Testaufbau, Messung

Systembeschreibung

Betriebsmodus (1)

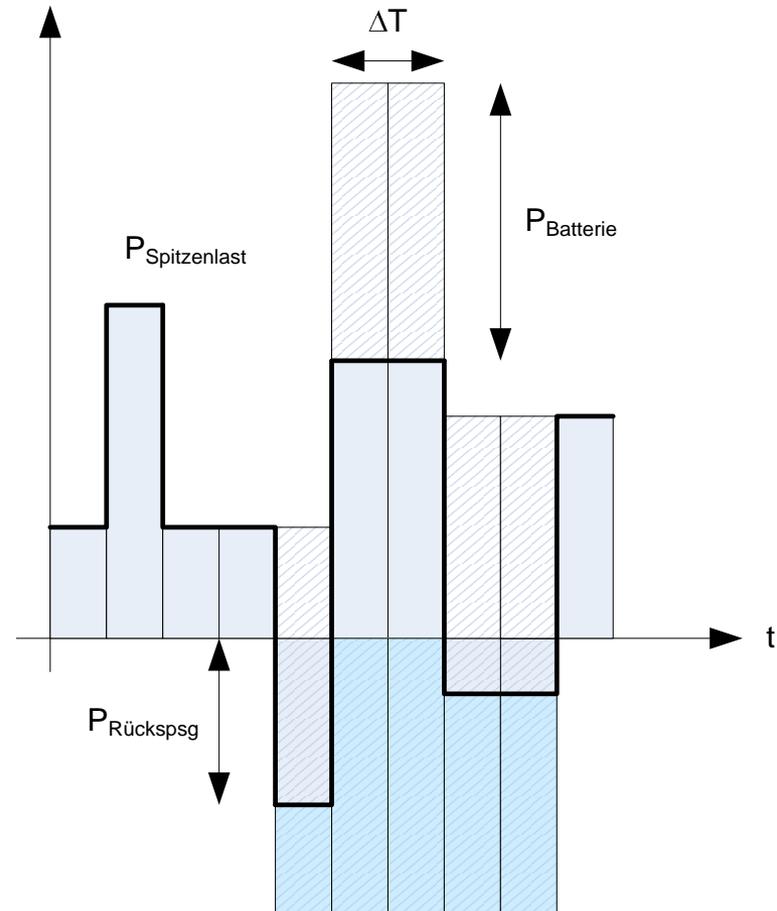
- Glättung der Spitzenlast (peak shaving)



Systembeschreibung

Betriebsmodus (2)

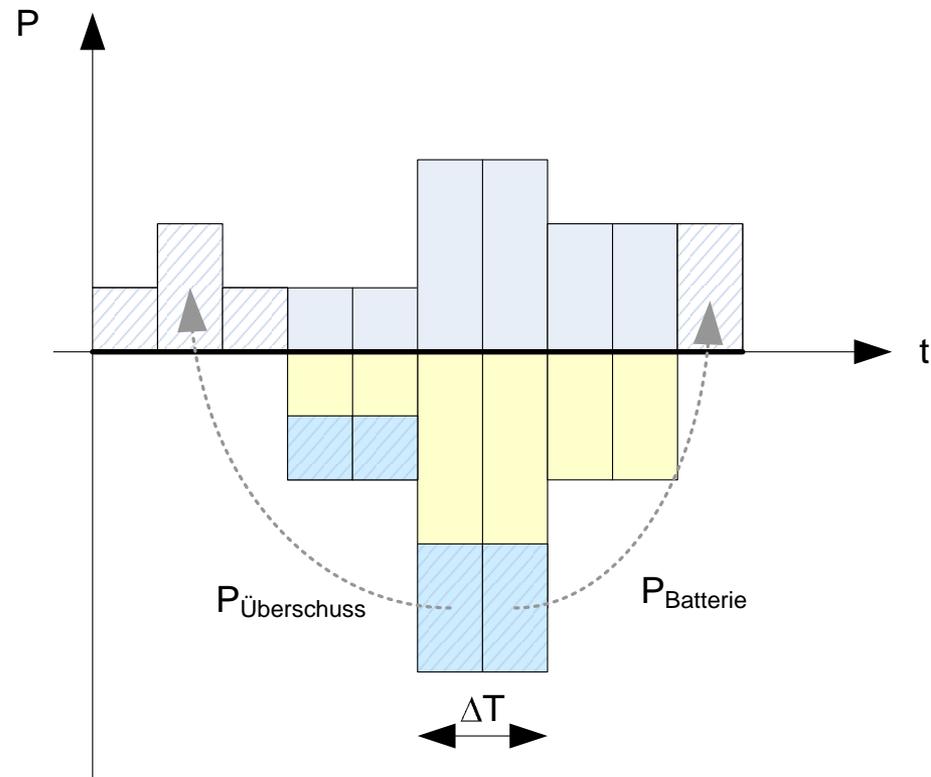
- Bereitstellung von Spitzenleistung (Rückspeisung)



Systembeschreibung

Betriebsmodus (3)

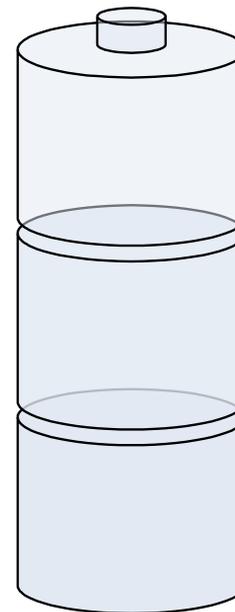
- Eigenbedarfsdeckung
(Speicherung des Überschusses)



Systembeschreibung

Betriebsmodi (4)

- Multifunktionale Aufteilung des Speichers
 - Kombination der Betriebsmodi
 - Bessere Ressourcennutzung
 - Wirtschaftlicherer Einsatz



Rückspeisung /
Spitzenstrom

Eigendeckung /
Lastglättung

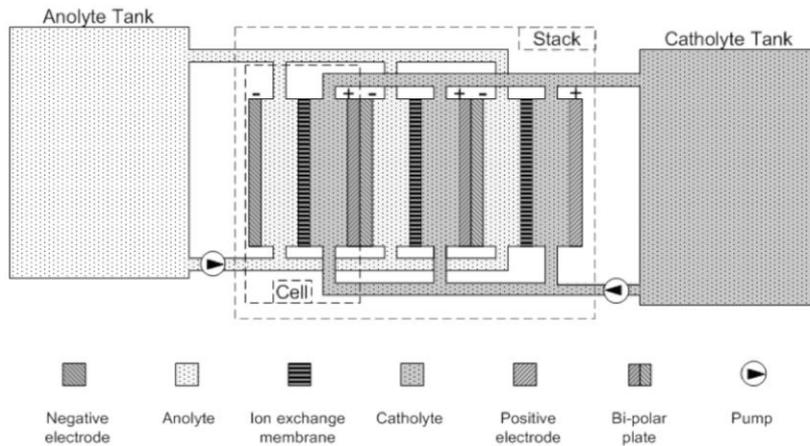
Notversorgung /
Backup

Systembeschreibung

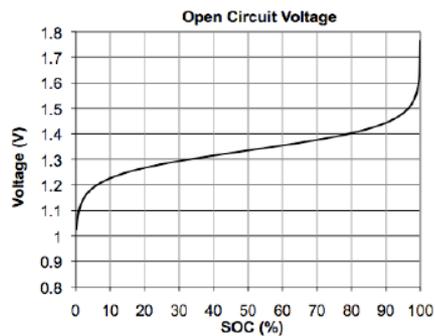
Komponenten

- PV-System
 - PV Module
 - Wechselrichter
- VRB Batterie
- Ladekontroller
- Backup System
 - Batteriemangement
- Last
- Netzkopplung (ENS)

Funktionsweise der VRB



Vanadium Redox-Flow Batterie (© M.Clarke)



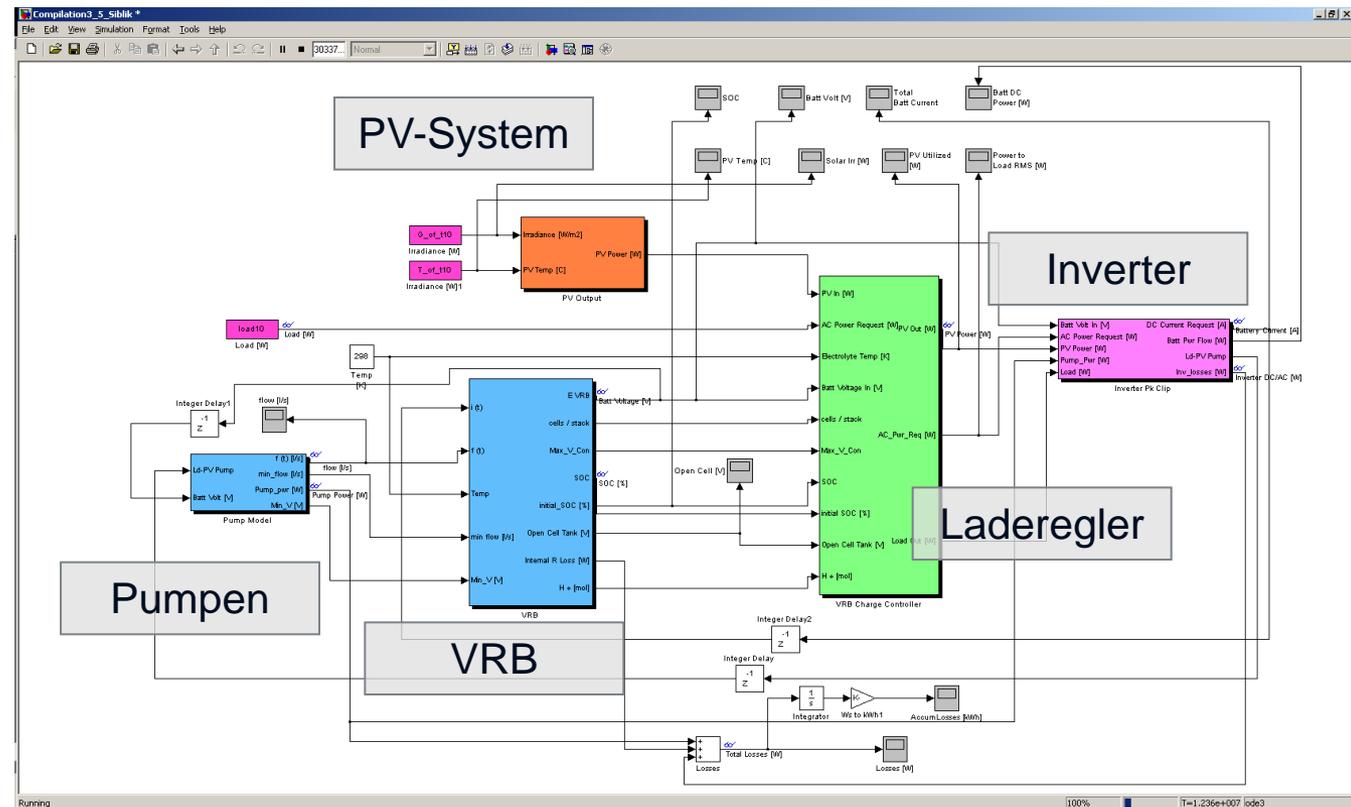
Unbelastete Zellspannung der VRB

- Schema der Redox-Flow Batterie (VRB)
 - Elektrolyt / Tanks
 - Stack / Cells
 - Pumpen
- Leistung und Kapazität getrennt
- Geringe Selbstentladung (Pumpen, Stack)
- Sehr gute Tiefentladeeigenschaft (kein „Memoryeffekt“), Zyklenfestigkeit
- Ladezustand der Batterie (SOC) direkt an der Klemme messbar

Simulation: Übersicht PV-VRB System

Parametrisierbar:

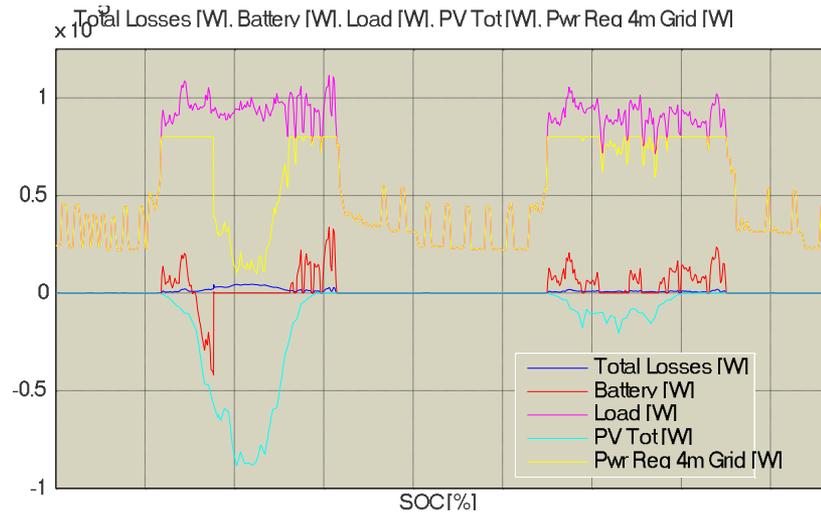
- Last Profile
- PV Profile
- Anlagenskalierung
- Betriebsmodi
- SOC Grenzen
- Zeitschritt 1s
- Verluste



Simulation (1)

Spitzenlastglättung

- Begrenzung des Netzbezugs
- PV-System lädt den Speicher



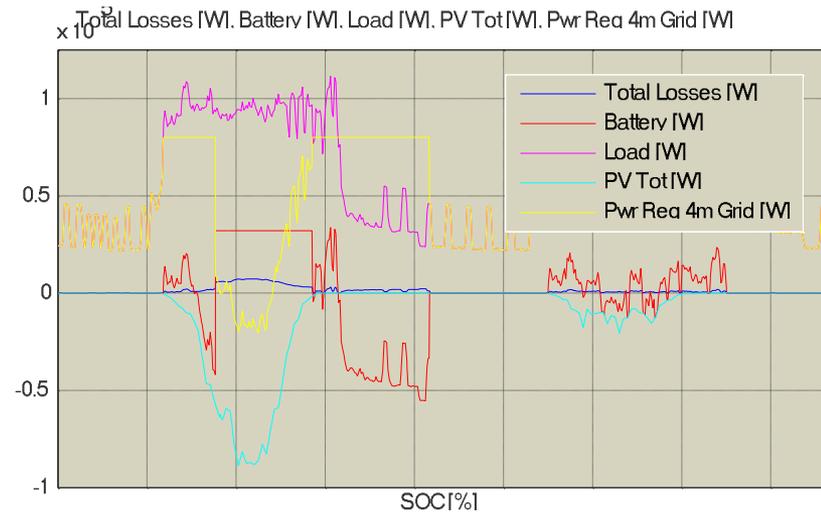
Time offset: 3.1104e+006

4

Simulation (2)

Entladen / Rückspeisen

- Abhängig vom Ladezustand
- Zeit / Signalgesteuert
- Oberer / unterer SOC bestimmt Anteil der Batterie

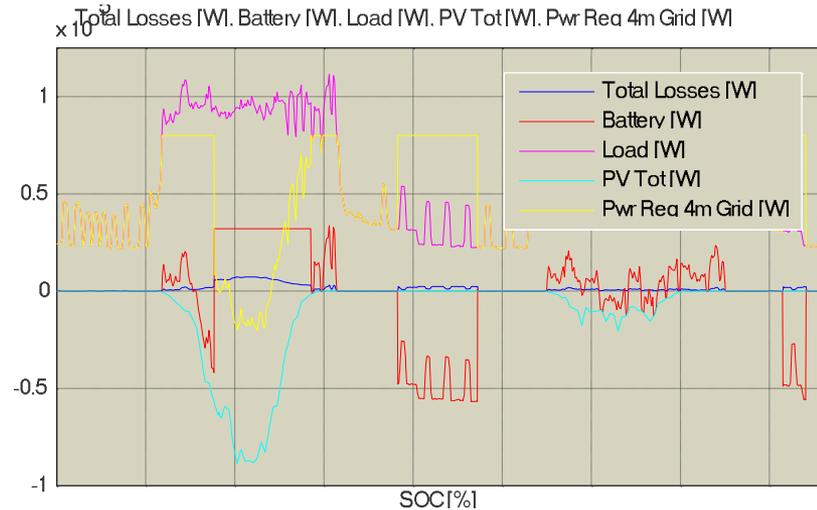


Time offset: 3.1104e+006

Simulation (3)

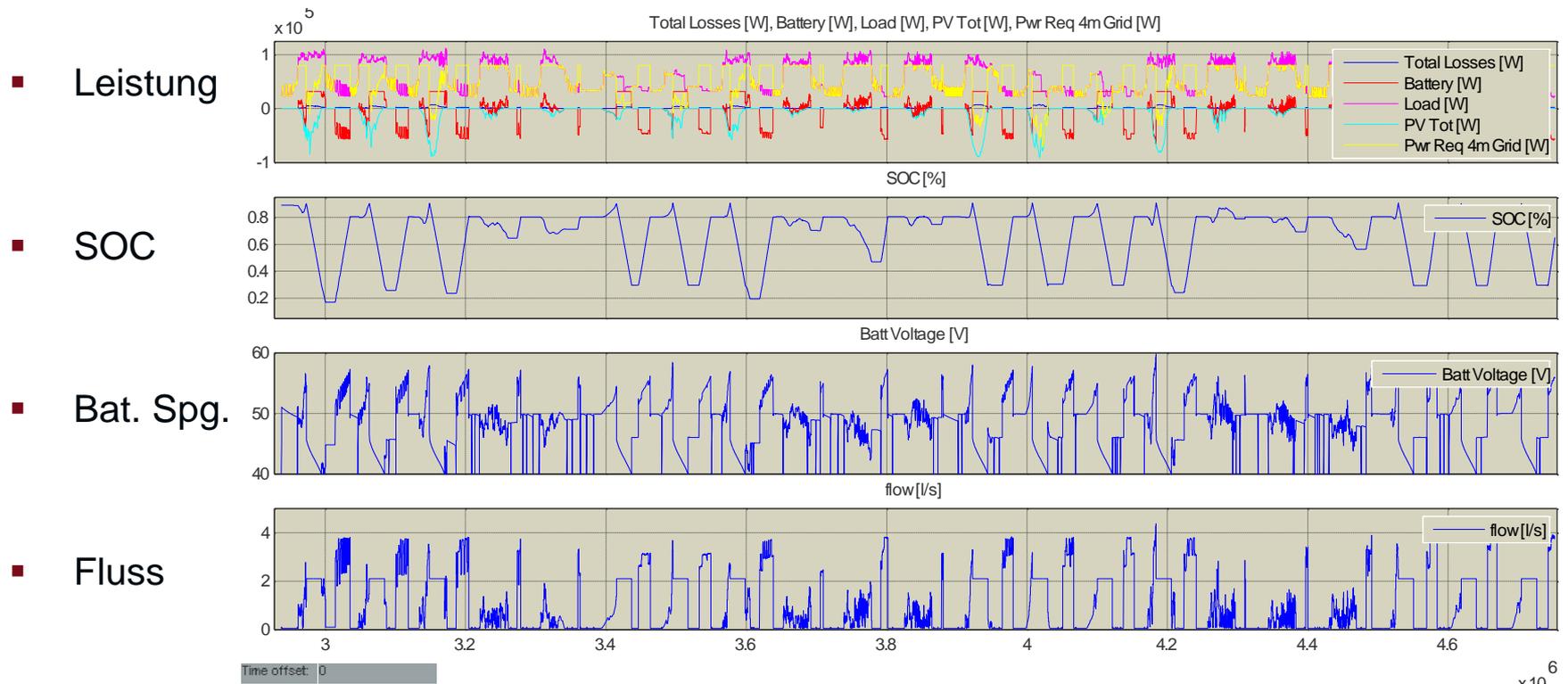
Nachladen vom Netz

- Gesteuert von SOC (min/max)
- Zeitlich gesteuert (max SOC)



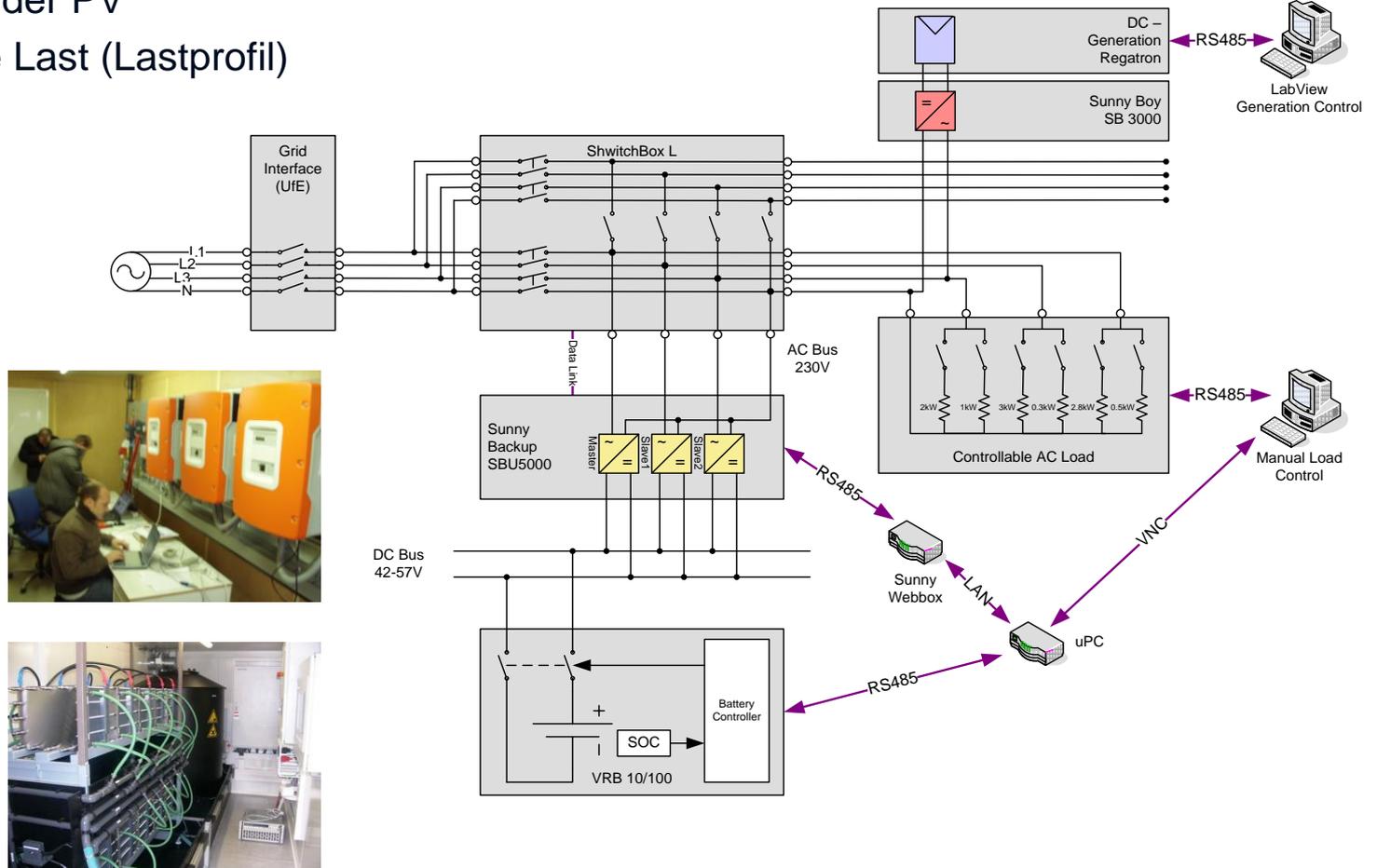
Simulation (4)

Multifunktionale Nutzung



Teststand/Messaufbau

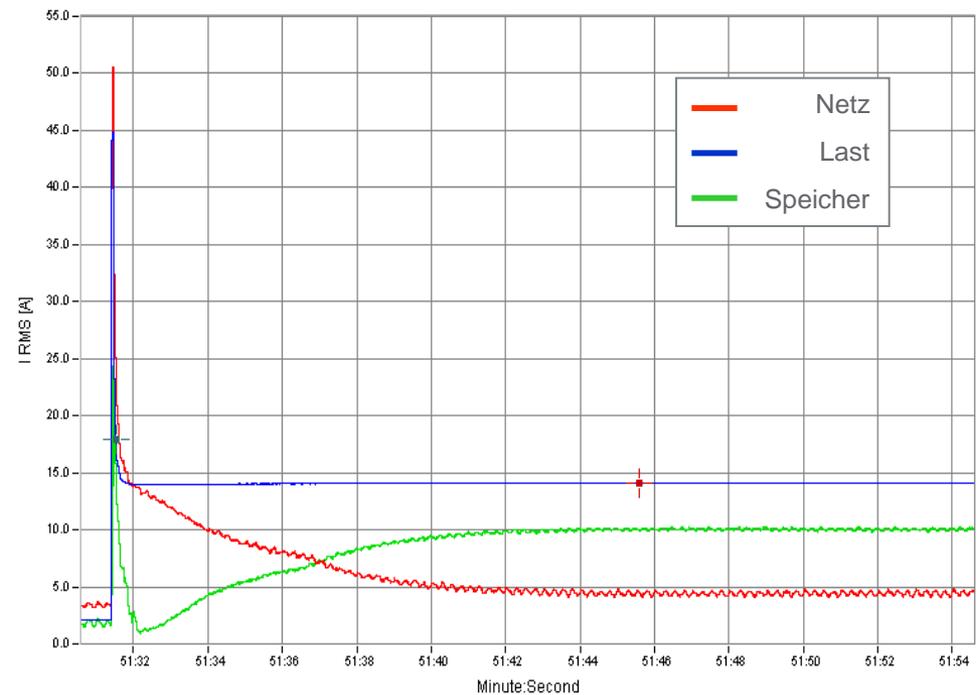
- Simulation der PV
- Steuerbare Last (Lastprofil)



Messergebnisse (1)

Spitzenlastglättung

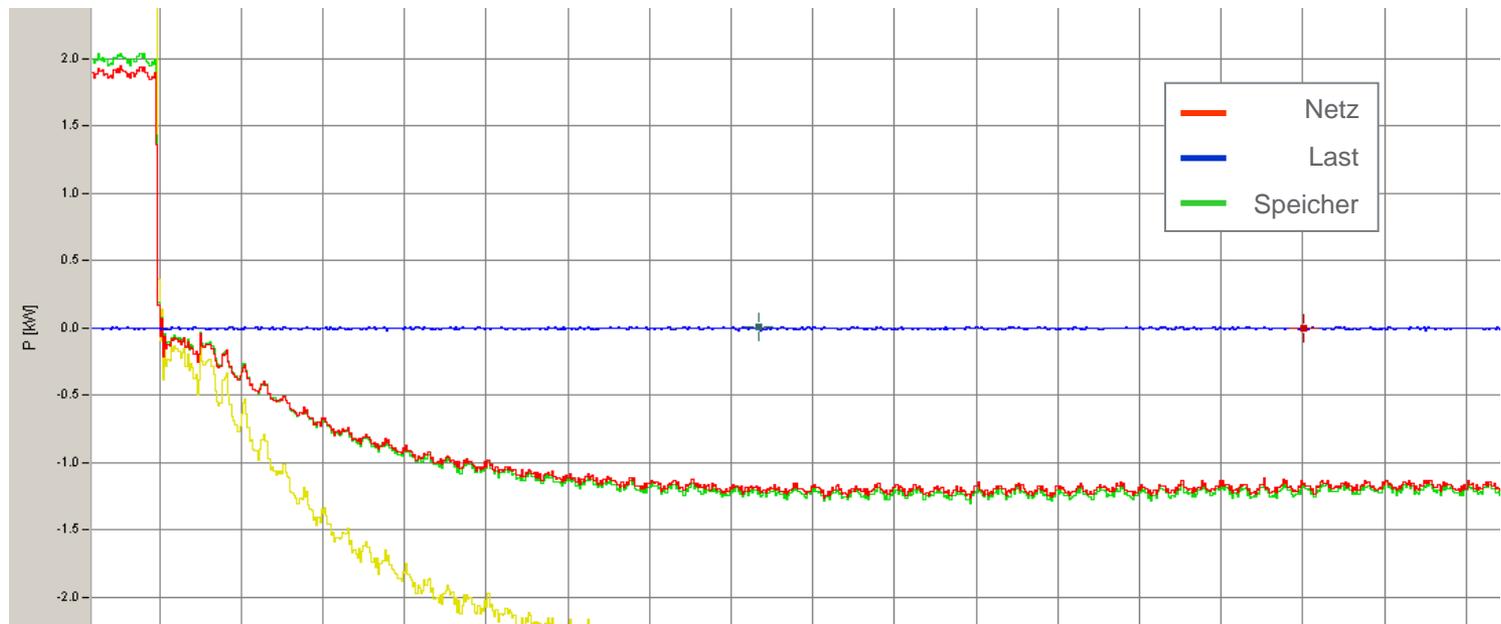
- Einschaltstrom mit netzseitiger Strombegrenzung



Messergebnisse (2)

Netzeinspeisung

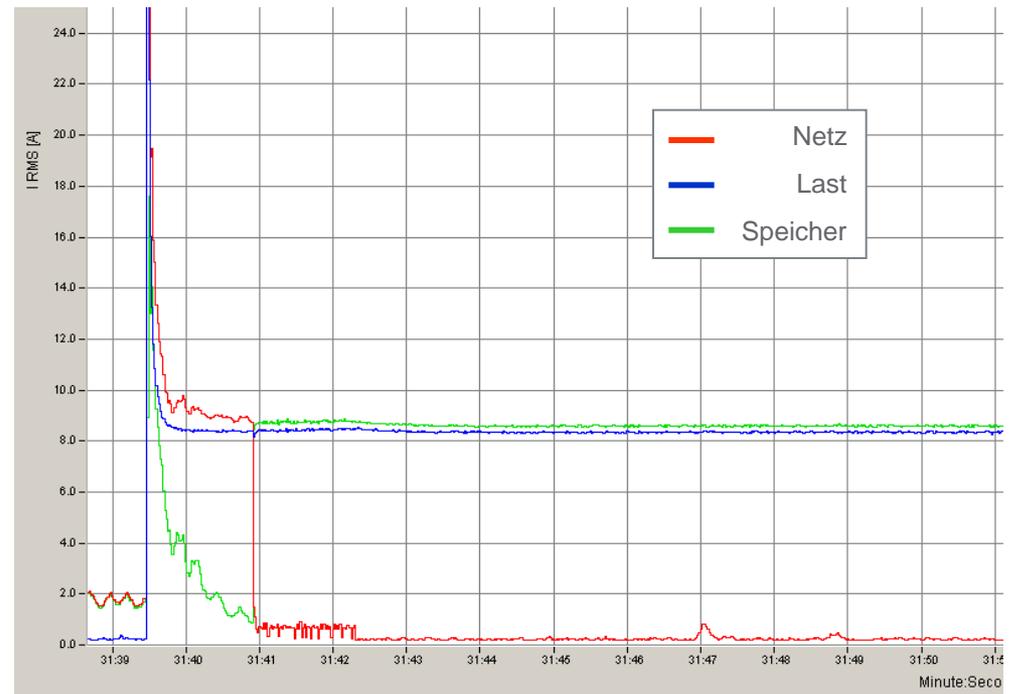
- Rückspeisung aus der Batterie (ohne Last)



Messergebnisse (3)

Backupsystem / Inselsystem

- Aufschalten einer ohm'schen Last danach Trennung des Systems vom Netz



Nachhaltigkeitsassessment

Kriterienbildung, Ausgewählte Ergebnisse

Nachhaltigkeits-Assessment - Vorgangsweise

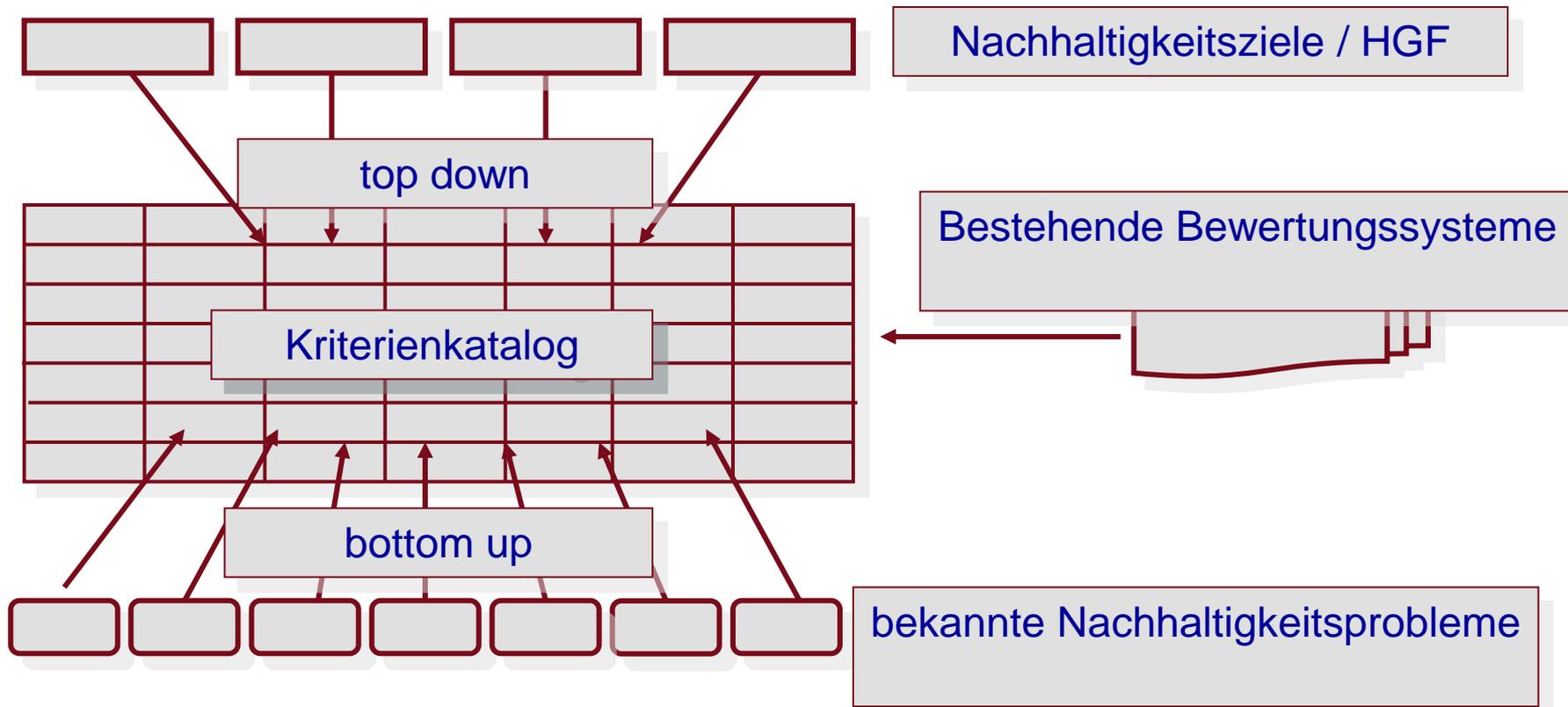


Kriterienbildung/Grundlagen

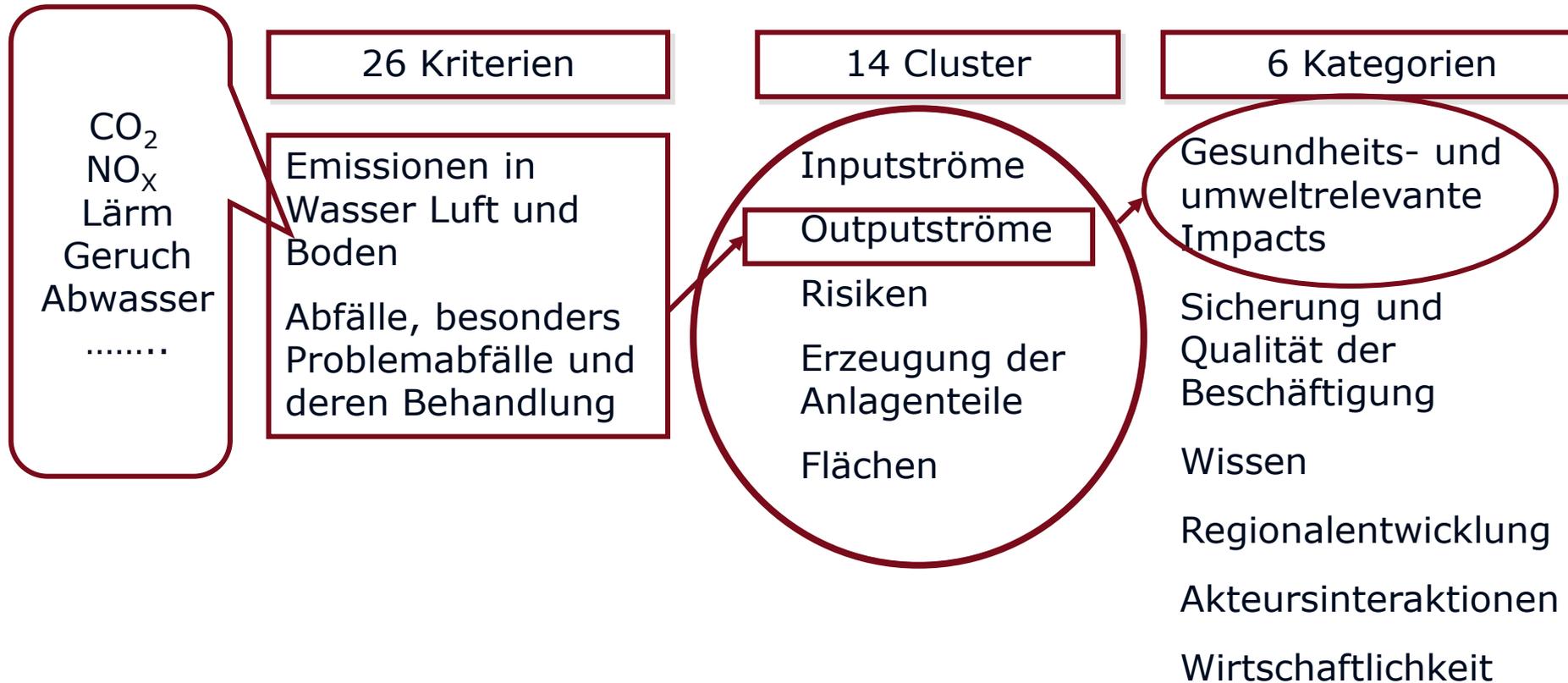
- Erhaltung des gesellschaftlichen Produktivpotenzials
- Bewahrung der Entwicklungs- und Handlungsmöglichkeiten
- Sicherung der menschlichen Existenz
 - Schutz der menschlichen Gesundheit
 - Gewährleistung der Grundversorgung
 - Selbständige Existenzsicherung
 - Gerechte Verteilung der Umweltnutzungsmöglichkeiten
 - Ausgleich extremer Einkommens- und Vermögensunterschiede

nach Kopfmüller et.al 2001

Kriterienbildung



Kriterienbildung/Ergebnis



Ausgewählte Ergebnisse - Nachhaltigkeitsanalyse

- **Positive Aspekte**
 - nahezu emissionsfreier Betrieb
 - Qualifizierung
 - Beitrag zur Autarkie
 - CO₂ Einsparung
- **Negative Aspekte**
 - toxische Prozesschemikalien
 - schlecht funktionierende Recyclingsysteme
- **Konfliktfelder**
 - Landschaftsbild
 - Rolle der Energieerzeuger

Wirtschaftliche Betrachtungen (1)

Betriebsmodi

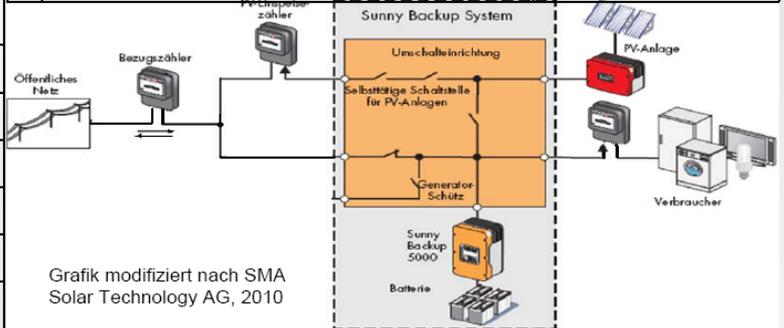
- **Eigenbedarfsdeckung:** Bessere Eigennutzung der PV
- **Spitzenlast-Glättung** (peak-shaving): Lastspitzen durch den Speicher decken
- **Bereitstellung von Spitzenleistung:** Rückspeisung zu Hochtarifzeiten
- **Autarkie (USV):** Durch PV Erhöhung der Autarkiezeiten

Wirtschaftliche Betrachtungen (2)

Simulationstool

Model aus der „PV-Store“ -PV/VRB Simulation		
Strombezug EVU	99.724	kWh/Jahr
Bezugstarif EVU	0,25	EUR/kWh
Kosten	24.931,--	EUR/Jahr
eingespeiste Energie	5.068	kWh/Jahr
Einspeisetarif	0,05	EUR/kWh
Erlös	253	EUR/Jahr

Generatorleistung	90	kWp
Energieertrag	98.344	kWh/Jahr
Kosten für Module	2.000	EUR/kWp
Kosten für Systemkomponenten	1.500	EUR/kWp
Investitionskosten	315.000	EUR



Gratik modifiziert nach SMA Solar Technology AG, 2010

Energiebedarf	193.000	kWh/Jahr
Eigendeckung des EB durch PV	33,47	% / Jahr
Eigendeckung durch PV	64.599	kWh/Jahr
Bedarf nach Eigendeckung	128.401	kWh/Jahr

Ergebnisse der wirtschaftlichen Betrachtungen

Hemmnisse durch Rahmenbedingungen

Wirtschaftliche Betriebsweise noch nicht möglich:

- **Keine erhöhten Rückspeisetarife** für gespeicherten Strom
- **Erhöhte Einspeisetarife** für PV Strom
- **Keine verminderten Bezugstarife** für Energiespeicherung in Schwachlastzeiten
- **„flat rate“ für Strombezug** / Smart Metering noch nicht verfügbar
- **Geringe Preisspreizungen** für Viertelstunden Maximalleistungen

Zusammenfassung

Ergebnisse Systemintegration und Nachhaltigkeitsanalyse

Zusammenfassung – PV-Speicher System

- Zukünftig hat die **Erhöhung der Eigendeckung** durch PV mehr Bedeutung.
- **Effizienz** des Speichers wird durch **multifunktionale Verwendung** erhöht.
- **Wirtschaftlichkeit** des Systems kann dadurch **verbessert** werden.
- **Systemintegration** hat Verbesserungspotential
- **Ergebnisse** aus den Messungen, der Nachhaltigkeitsanalyse und der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung März/April 2010

AIT Austrian Institute of Technology

your ingenious partner

VIELEN DANK FÜR DIE AUFMERKSAMKEIT!



Matthias Stifter

Energy Department

Electric Energy Systems

matthias.stifter@ait.ac.at