

# EnInnov2014

13. Symposium Energieinnovation



**FH Burgenland**

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

BRINGT BESONDERES ZUSAMMEN

Optimierte Einbindung von Energiespeichern  
und Photovoltaik unter Berücksichtigung von  
DSM in Bürogebäuden

- **Einleitung**
- **Leistungsbilanz / Energiebilanz / Strompreis**
- **Standardlastgänge**
- **Optimierte Lastgänge**
- **Speicherauslegung**
- **Schlussfolgerungen**

### **Gestern**

- **Geförderter Einspeisetarif PV > Strombezugskosten**
- **=> Anlagen als Volleinspeiser**
  
- **Tageszeitunabhängige Stromtarife**
- **=> Tageszeitlicher Verlauf von Verbrauch für (nicht lastgemessene) Endkunden irrelevant**
  
- **Große zentrale Erzeugungseinheiten**
- **=> Regelung über Anpassen der Erzeugungskurve an die Verbrauchskurve**

### Heute

- Geförderter Einspeisetarif PV < Strombezugskosten
- => Eigenverbrauch geht vor Einspeisung (Überschusseinspeiser)
  
- Tageszeitabhängige Stromtarife wenn technisch / wirtschaftlich zumutbar
- => Tageszeitlicher Verlauf von Verbrauch für die meisten (nicht lastgemessenen) Endkunden irrelevant
  
- Mix aus großen zentralen, regelbaren Erzeugungseinheiten und dezentralen (teils volatilen) Erzeugungseinheiten; Dominanz der zentralen Einheiten
- => Regelung über Anpassen der Erzeugungskurve an die Verbrauchskurve, Abweichungen der volatilen Einheiten als „Störgrößen“

### Morgen

- Auslaufen von Förderungen (für bestehende und Neuanlagen)
- => Eigenverbrauch geht vor Einspeisung; Vermarktung des eingespeisten Stroms
  
- Tageszeitabhängige, lastvariable Stromtarife als Standard
- => Tageszeitlicher Verlauf von Verbrauch für alle Endkunden relevant
  
- Verschiebung der Gewichtung hin zu dezentralen (teils volatilen) Erzeugungseinheiten
- => Regelung über Erzeugungs- und Verbrauchsseite, Energieträgerübergreifende Regelung (P2H, P2G), Einbindung dezentraler Speicher

$$P_{Netz} = P_V - P_{PV} + P_{Sp} + P_{Sp-V}$$

$P_{Netz}$	Netzbezug bzw. Einspeisung [W]
$P_V$	Leistungsaufnahme der Verbraucher [W]
$P_{PV}$	Momentanleistung der PV-Anlage [W]
$P_{SP}$	Leistungsaufnahme bzw. -abgabe des Speichers [W]
$P_{SP-V}$	Momentane Verlustleistung des Speichers [W]

$$P_{Netz} = P_V - P_{PV} + P_{Sp} + P_{Sp-V}$$

### Leistungsaufnahme der Verbraucher

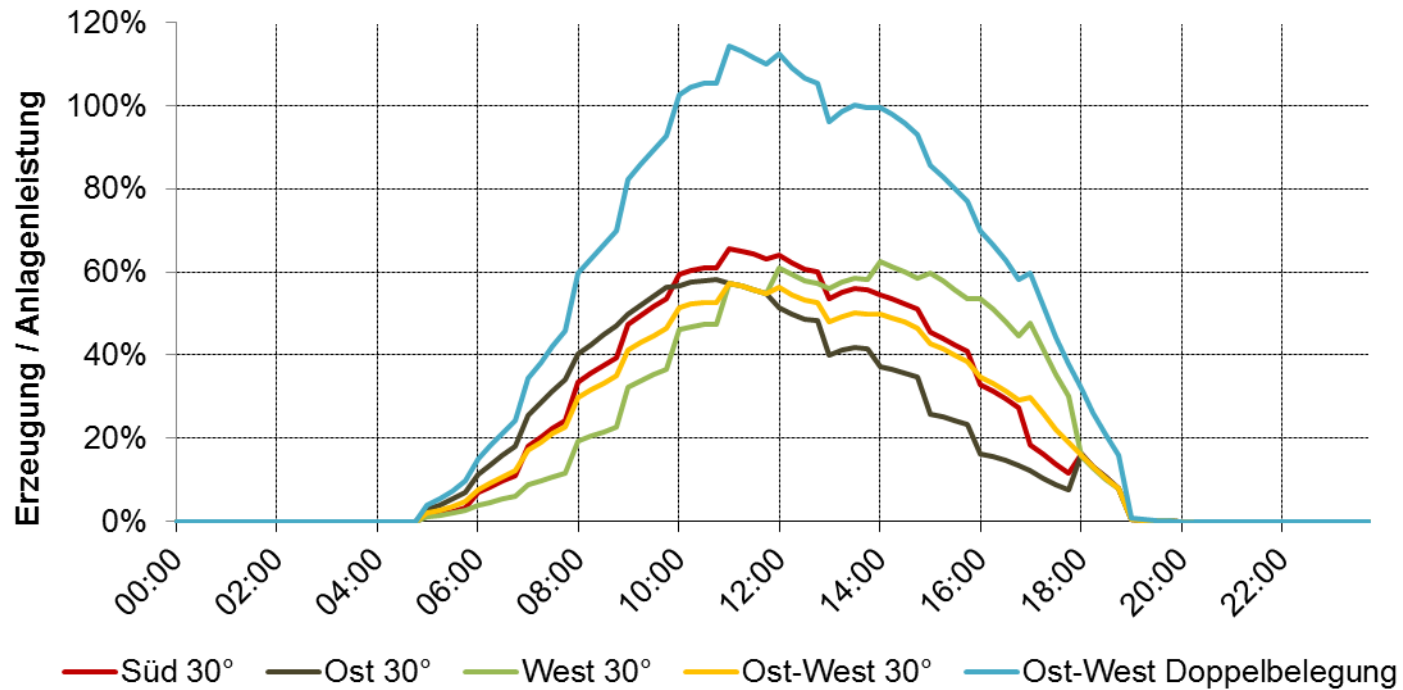
- **Summe der Momentanleistungen aller Verbraucher**
- **Hinsichtlich Optimierungspotential 3 Kategorien:**
  - Geräte, die (interne) Energiespeicher nutzen können
  - Geräte mit zeitlich unkritischer Einsatzcharakteristik
  - Geräte ohne Optimierungspotential (Effizienzmaßnahmen haben jedoch auch hier Einfluss auf Leistungsbilanz)

$$P_{Netz} = P_V - P_{PV} + P_{Sp} + P_{Sp-V}$$

### Leistungsabgabe der PV-Anlage

- **Haupteinflussfaktor Wetter (Einstrahlung, Temperatur)**
- **Einfluss der Anlagenplanung**
- Größe
- Ausrichtung





$$P_{Netz} = P_V - P_{PV} + P_{Sp} + P_{Sp-V}$$

- **Speicherung von momentan nicht benötigten PV-Strom zur Eigenverbrauchsoptimierung**
- **Berücksichtigung der Zyklenwirkungsgrade über Verlustleistung**
- **Auslegungskriterien**
  - Energieinhalt
  - Leistungsaufnahme / -abgabe
- **Zusatzfunktion bei variablen Stromtarifen:**
  - Überbrückung von Zeiten hoher Stromtarife

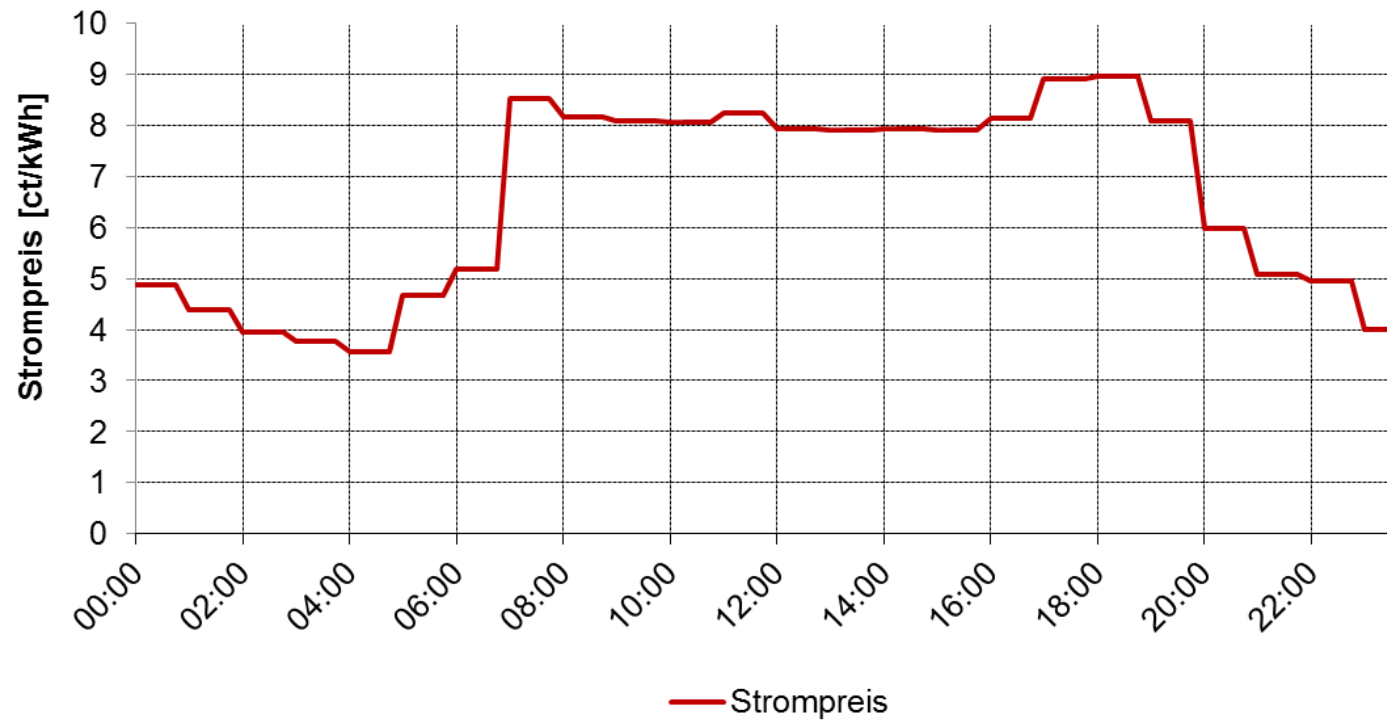
- **Abrechnung von leistungsabhängigen Netzentgelten erfolgt anhand von viertelstündlichen Mittelwerten (EIWOG, 2010)**
- **=> Weitere Betrachtungen anhand viertelstündlicher Mittelwerte**

$$E_{Netz,i} = E_{V,i} - E_{PV,i} + E_{Sp,i} + E_{Sp-V,i}$$

$E_{Netz,i}$	Netzbezug bzw. Einspeisung im Intervall i [kWh]
$E_{V,i}$	Strombezug der Verbraucher im Intervall i [kWh]
$E_{PV,i}$	Erzeugung der PV-Anlage im Intervall i [kWh]
$E_{SP,i}$	Energieabgabe / -aufnahme des Speichers im Intervall i [kWh]
$E_{SP-V,i}$	Speicherverluste im Intervall i [kWh]

- **Ansatz**
- Stündlich gleitende Strompreise nach Spotmarktpreis EXAA
- Alle Strompreiskomponenten (auch Netztarife und Steuern variabel)
- Ansatz des fiktiven Strompreises

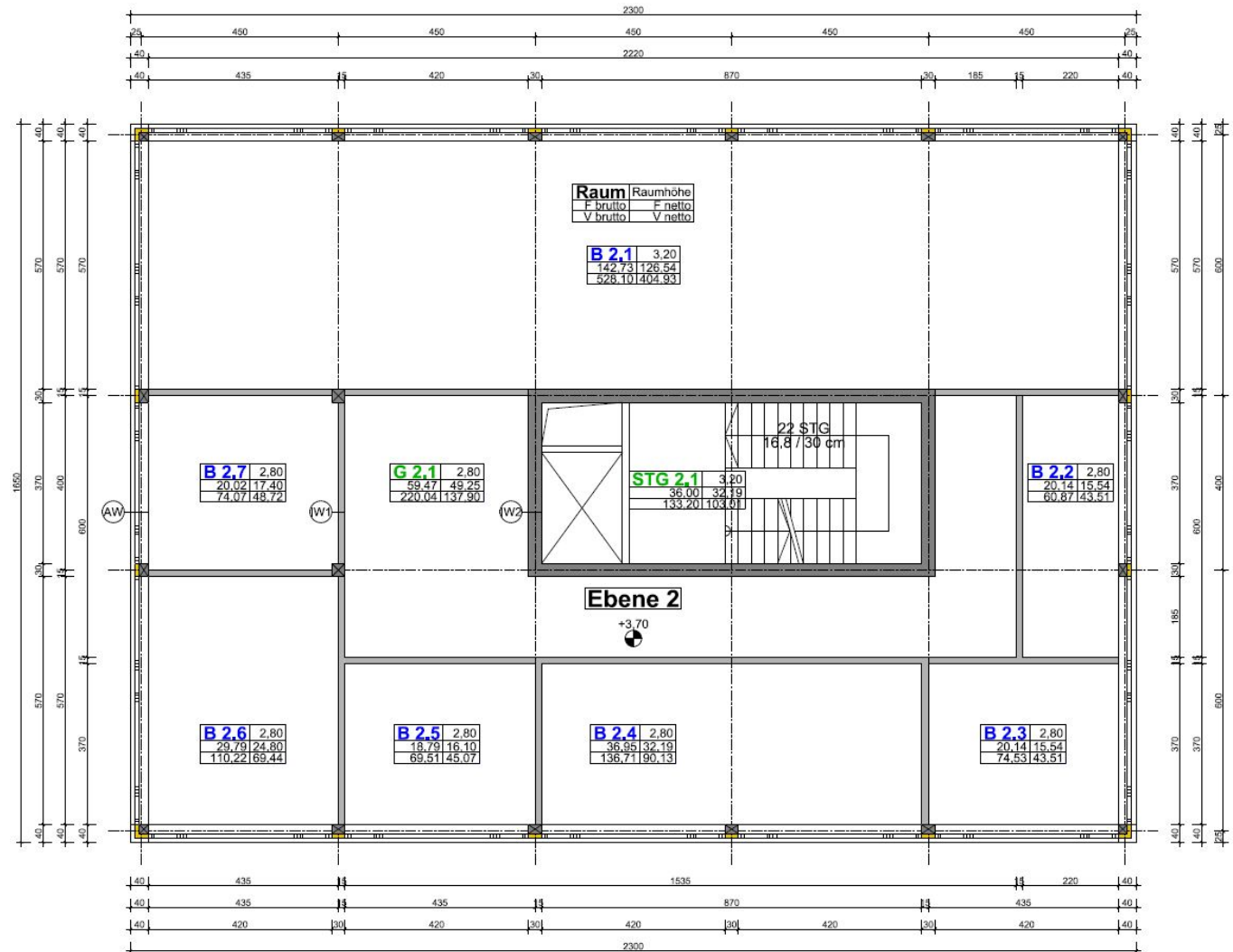
# Strompreis angelehnt an Spotmarktpreis



$$P_{f,a} = \frac{\sum E_{Netz,i} \cdot P_{f,i}}{E_{Netz,a}}$$

$P_{f,a}$	durchschnittlicher fiktiver Strompreis eines Jahres [ct/kWh]
$P_{f,i}$	fiktiver Strompreis des Intervalls [ct/kWh]
$E_{Netz,a}$	gesamter Netzbezug des Jahres [kWh]

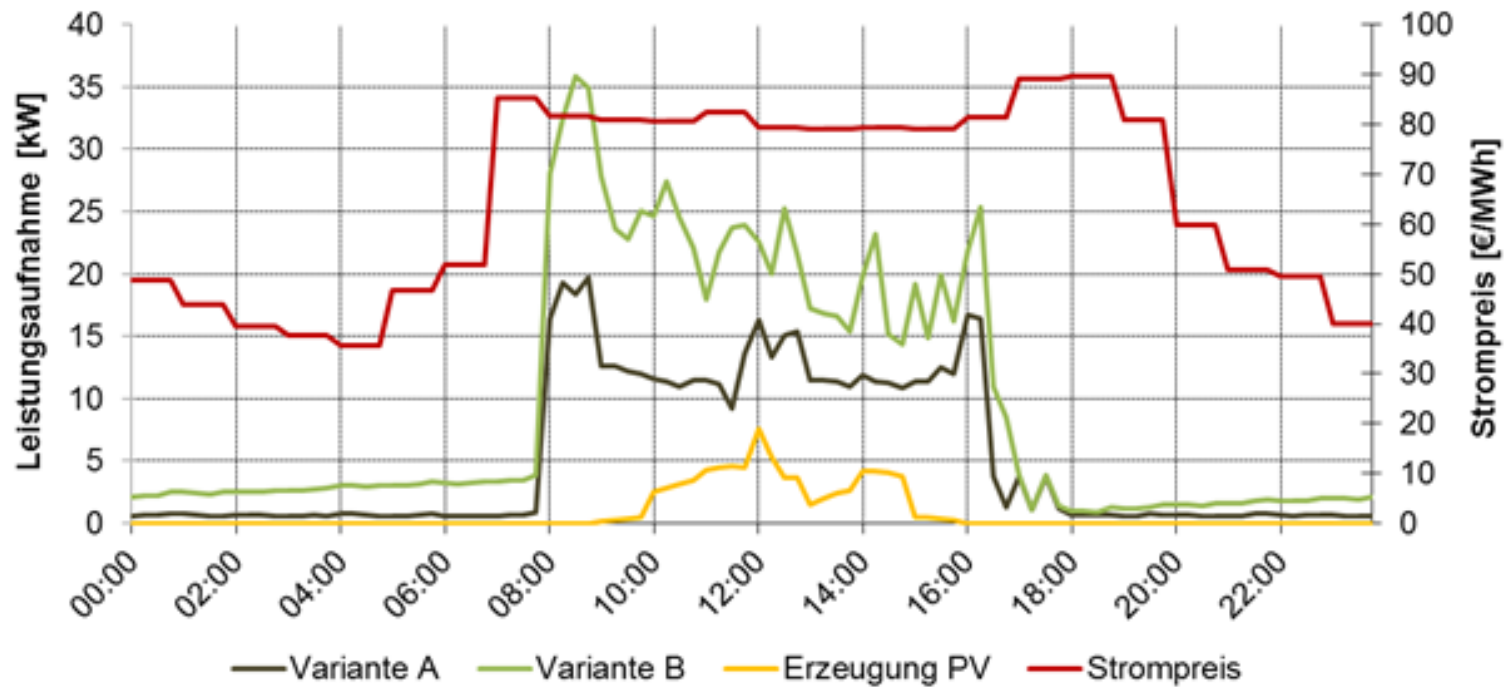
# Standardlastgänge – Das Modellgebäude



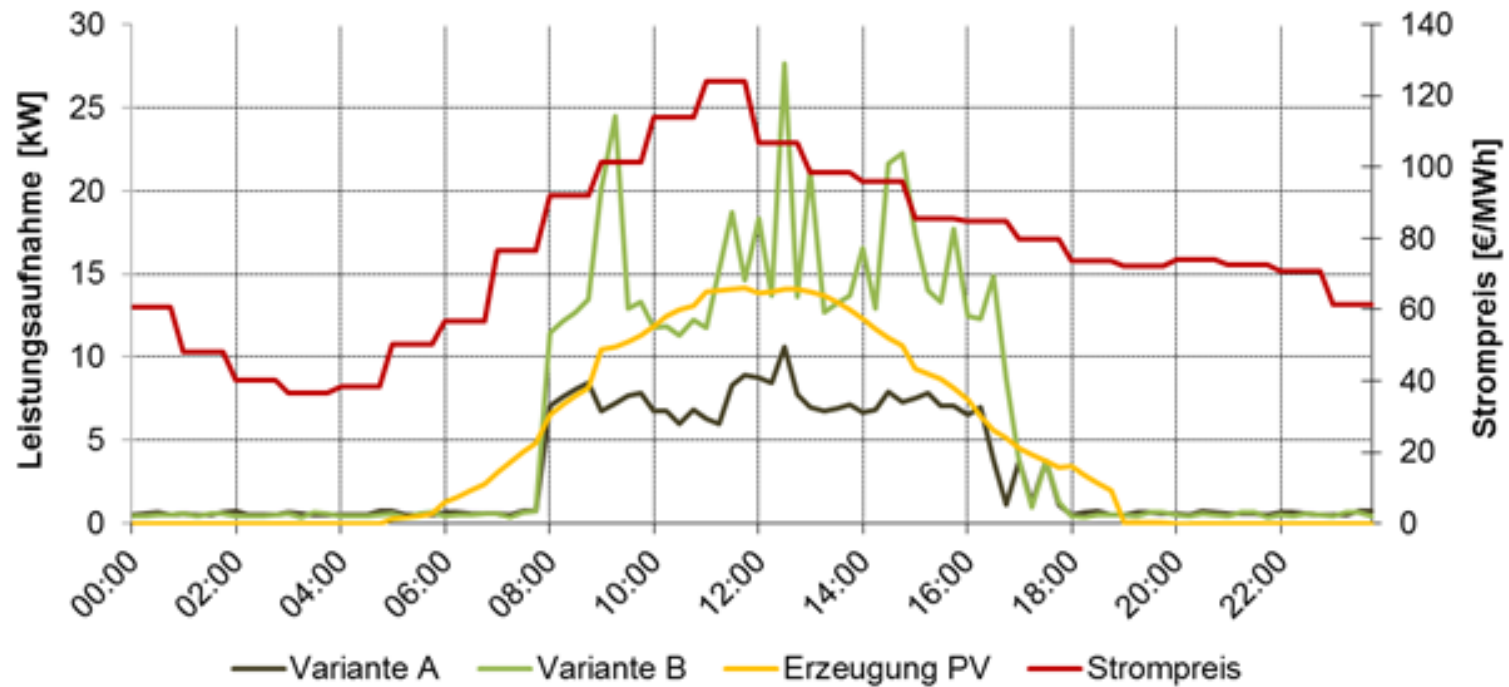


- **Variante A Niedriges Lastverschiebungspotential**
- Wärmebereitstellung nicht elektrisch
- Keine Kühlung im Sommer
- Desktop-PCs ohne Akku
  
- **Variante B: Hohes Lastverschiebungspotential**
- Wärmebereitstellung über Wärmepumpe
- Kühlung mit Kompressionskältemaschine
- Verwendung von Laptops

# Standardlastgänge - Winter



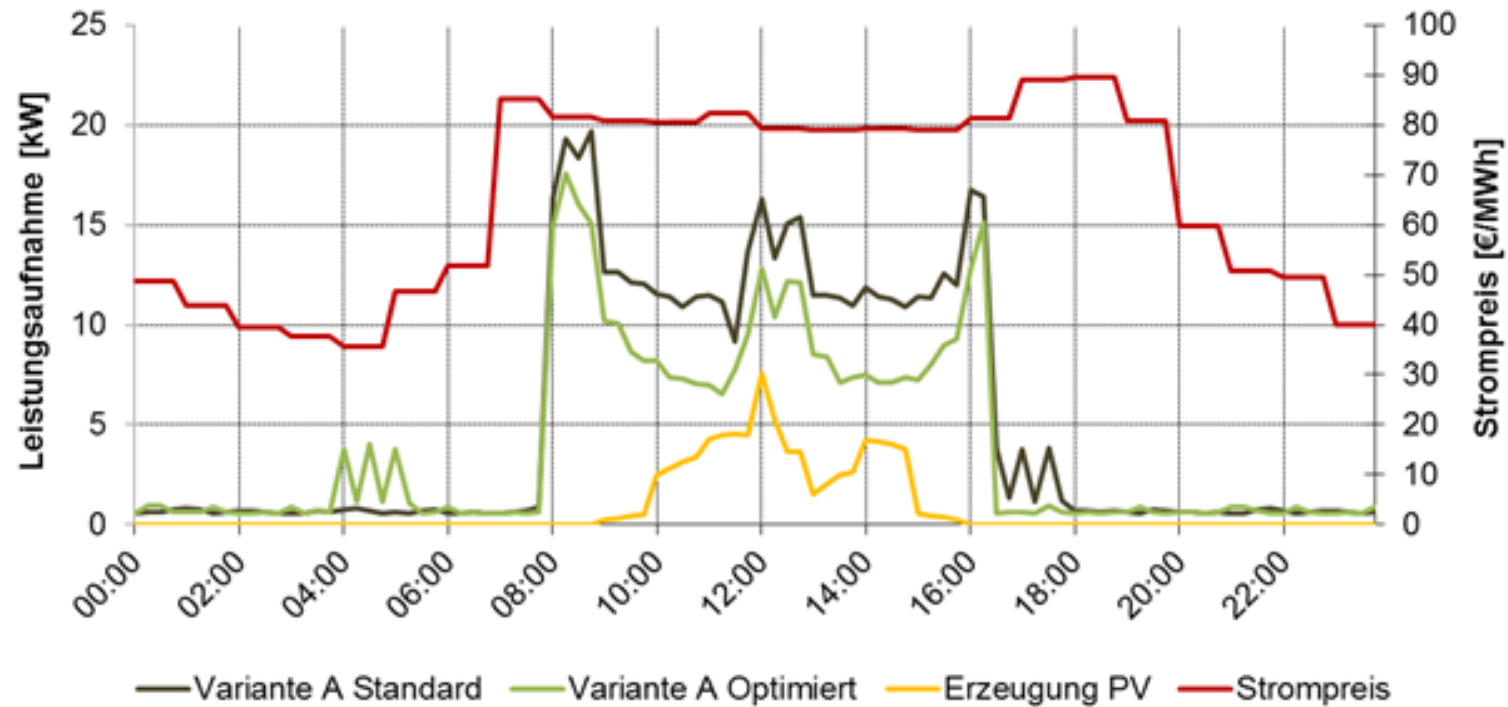
# Standardlastgänge - Sommer



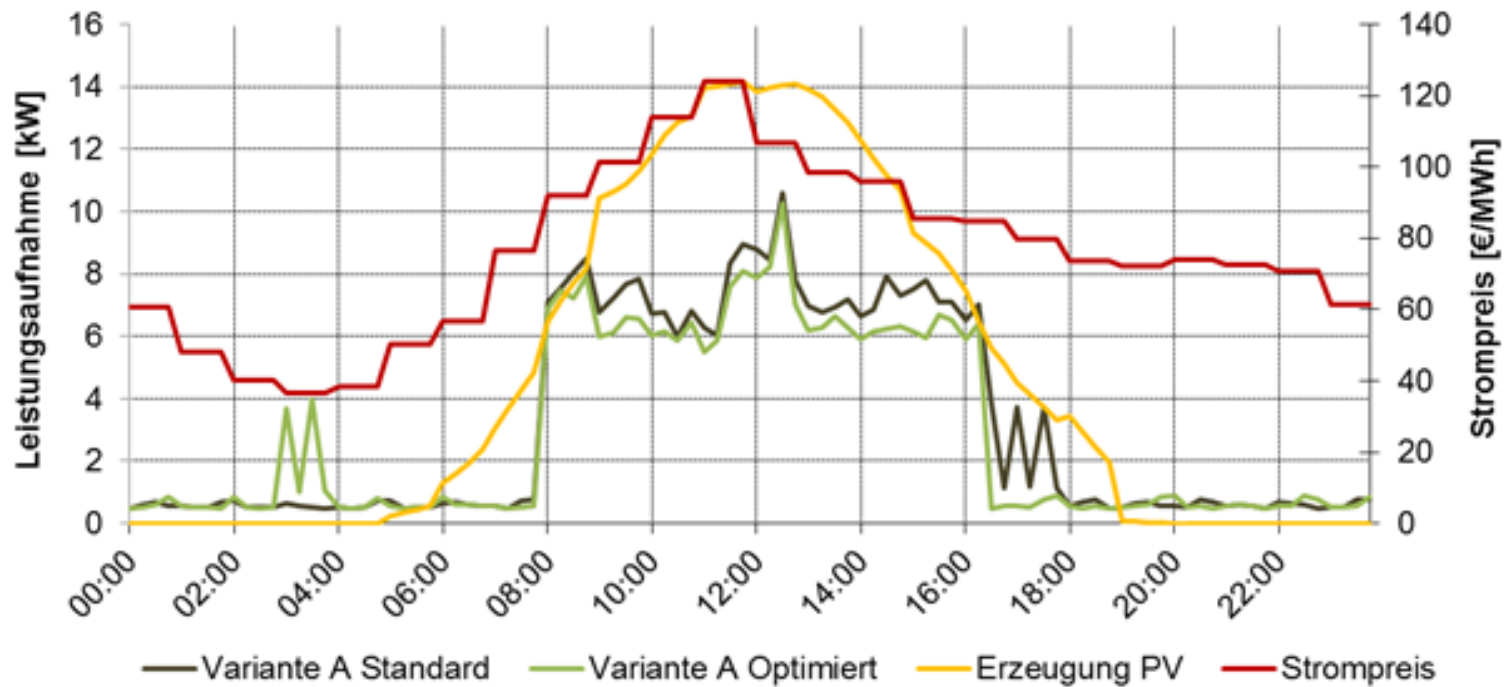
	Keine PV	20 kW <sub>p</sub> Süd	20 kW <sub>p</sub> Ost	20 kW <sub>p</sub> West	20 kW <sub>p</sub> Ost-West	40 kW <sub>p</sub> Ost-West
<b>fiktiver Strompreis Gebäudevariante A [ct/kWh]</b>	7,95	7,37	7,48	7,46	7,46	7,14
<b>fiktiver Strompreis Gebäudevariante B [ct/kWh]</b>	7,98	7,58	7,68	7,66	7,68	7,21
<b>Erzeugung PV [kWh]</b>		20.000	15.542	18.125	16.834	33.667
<b>Einspeisung Variante A [kWh]</b>	-	7.723 (38,6 %)	5.346 (34,4 %)	6.913 (38,1 %)	5.834 (34,7 %)	18.688 (55,5 %)
<b>Einspeisung Variante B [kWh]</b>	-	6.215 (31,1 %)	4.740 (30,5 %)	5.499 (30,3 %)	5.019 (29,8 %)	13.884 (41,2 %)
<b>Fiktive Einspeisevergütung Variante A [ct/kWh]</b>	-	7,96	7,85	7,78	7,81	8,17
<b>Fiktive Einspeisevergütung Variante B [ct/kWh]</b>	-	7,64	7,63	7,54	7,59	7,83

- **Optimierung mit dem Ziel der Ausnutzung der niedrigeren Strompreise in der Nacht**
- **Variante A**
  - Tageszeitliche Verschiebung der Temperaturgrenzen der Kühlschränke
  - Geschirrspüler laufen nachts
  - Effizientere Beleuchtung mit Tageslichtnutzung

# Optimierte Lastgänge – Variante A Winter



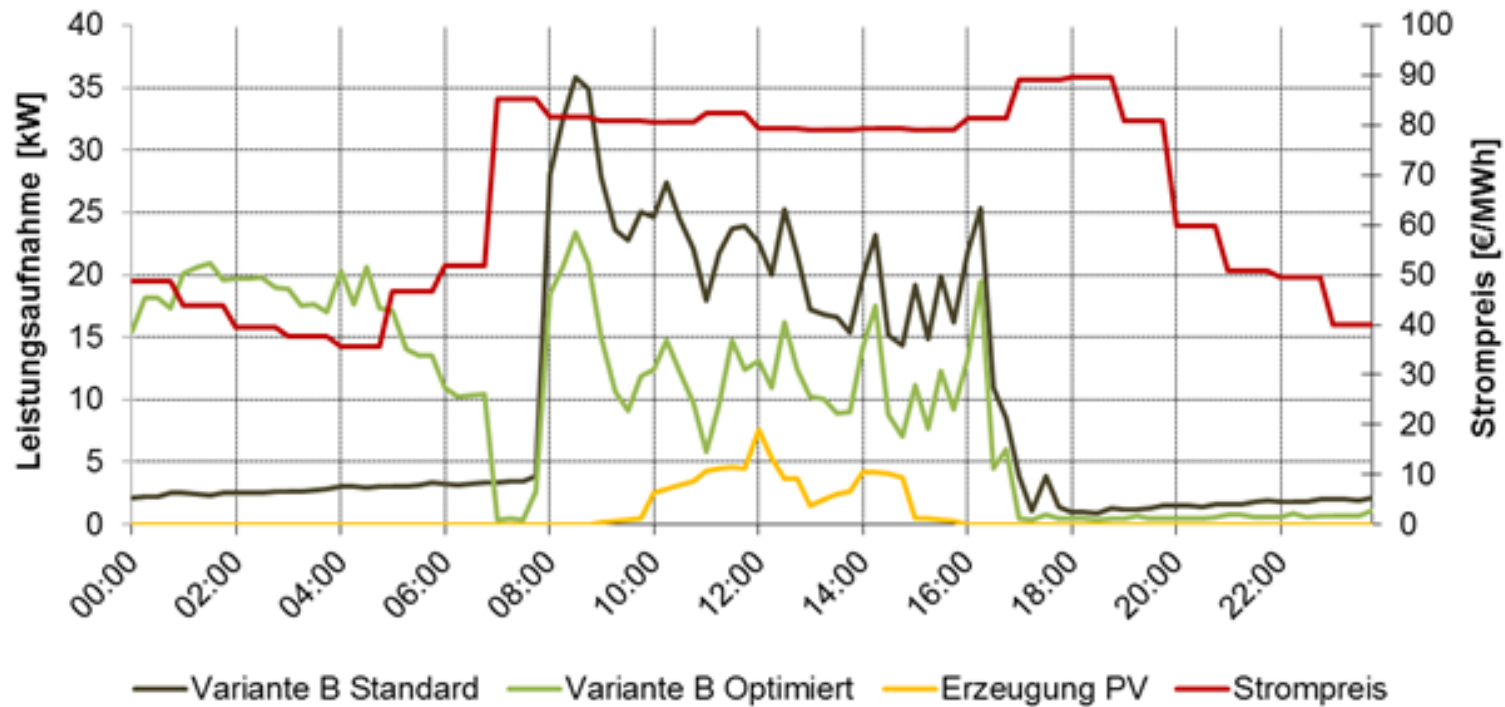
# Optimierte Lastgänge – Variante A Sommer

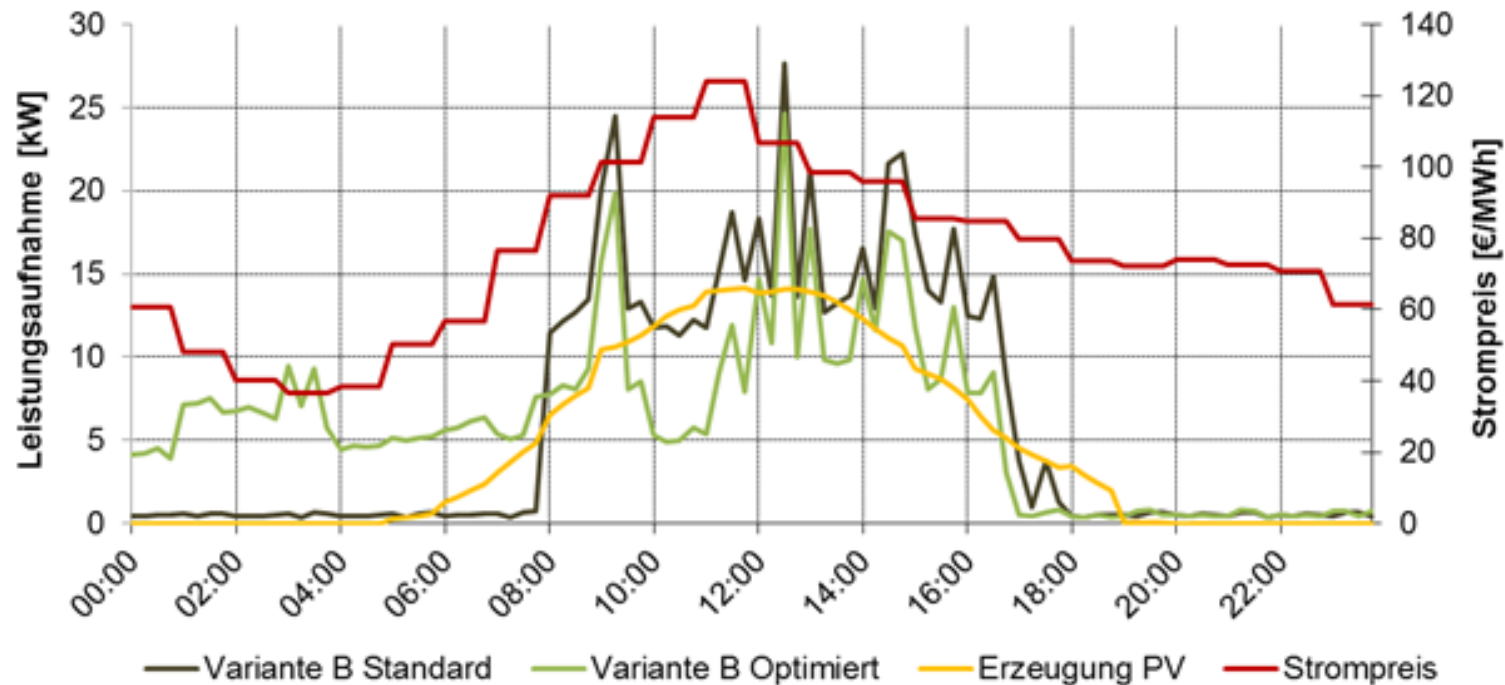


- **Optimierung mit dem Ziel der Ausnutzung der niedrigeren Strompreise in der Nacht**
- **Variante B**
  - Tageszeitliche Verschiebung der Temperaturgrenzen der Kühlschränke
  - Geschirrspüler laufen nachts
  - Effizientere Beleuchtung mit Tageslichtnutzung
  - Ausnutzung Speicherkapazität Laptops
  - Ausnutzung thermische Speicherkapazität Gebäude durch Vorheiz- bzw. Vorkühlstrategie



# Optimierte Lastgänge – Variante B Winter



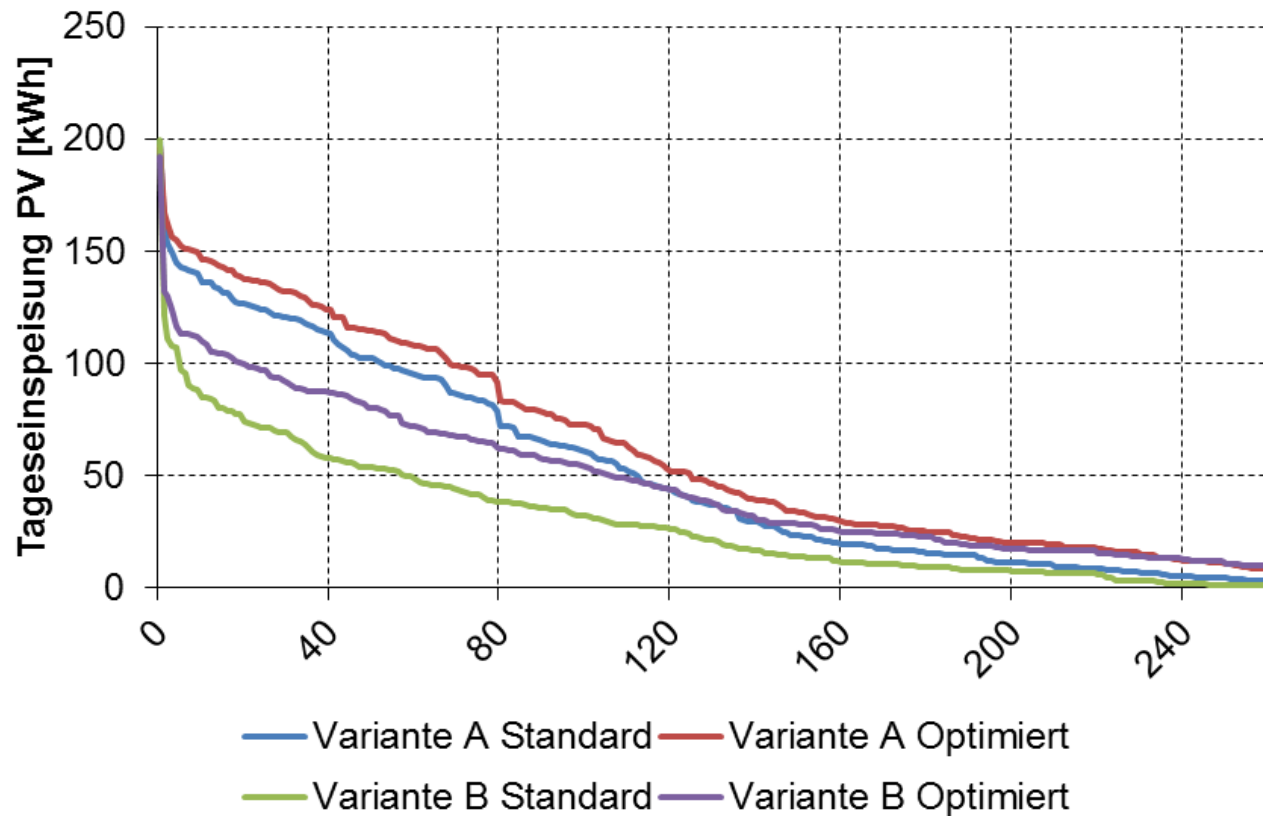


- Gesamtverbrauch Optimiert ~ Gesamtverbrauch Standard
- Einsparungen bei Beleuchtung
- Höherer Verbrauch durch erhöhte thermische Verluste Vorheiz- / Vorkühlstrategie aber geringere fiktive Kosten durch Ausnutzung niedriger Stromtarife

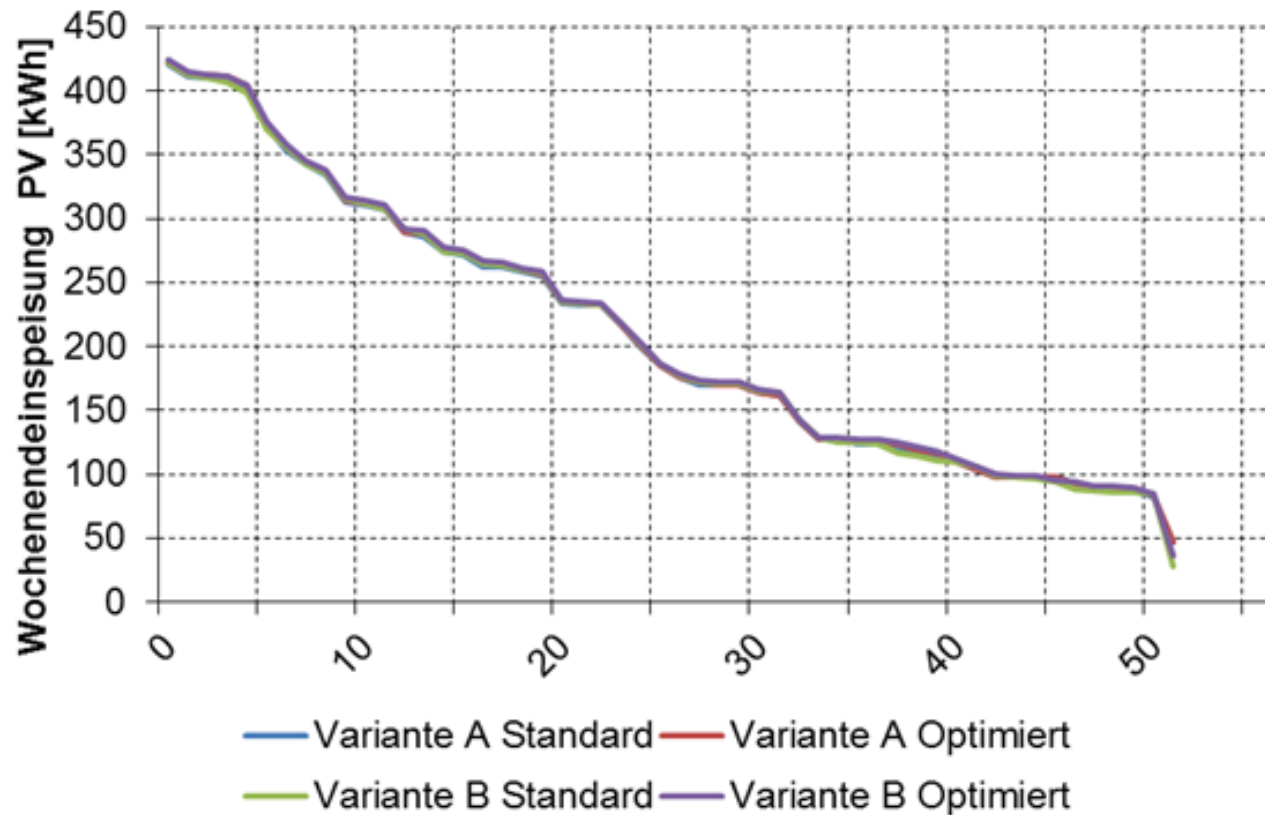
# Optimierte Lastgänge Übersicht

	Keine PV	20 kW <sub>p</sub> Süd	20 kW <sub>p</sub> Ost	20 kW <sub>p</sub> West	20 kW <sub>p</sub> Ost-West	40 kW <sub>p</sub> Ost-West
<b>fiktiver Strompreis Gebäudevariante A [ct/kWh]</b>	7,75 -0,20	6,85 -0,52	7,02 -0,46	6,98 -0,48	6,98 -0,48	6,54 -0,60
<b>fiktiver Strompreis Gebäudevariante B [ct/kWh]</b>	6,67 -1,31	5,69 -1,89	5,92 -1,76	5,81 -1,85	5,85 -1,83	5,22 -1,99
<b>Erzeugung PV [kWh]</b>	-	20.000	15.542	18.125	16.834	33.667
<b>Einspeisung Variante A [kWh]</b>	-	8.834 +1.111 (44,2 %) (+5,6 %)	6.007 +662 (38,7 %) (+4,3 %)	7.986 +1.073 44,1 % (+6,0 %)	6.718 +884 (39,9 %) (+5,2 %)	20.580 +1.892 (61,1 %) (+5,6 %)
<b>Einspeisung Variante B [kWh]</b>	-	7.277 +1.062 (36,4 %) (+5,3 %)	5.162 +422 (33,2 %) (+2,7 %)	6.477 +978 (35,7 %) (+5,4 %)	5.627 +608 (33,4 %) (+3,6 %)	17.132 +3.248 (50,9 %) (+9,7%)
<b>Fiktive Einspeisevergütung Variante A [ct/kWh]</b>	-	8,04 +0,08	7,94 +0,09	7,85 +0,07	7,89 +0,06	8,21 +0,04
<b>Fiktive Einspeisevergütung Variante B [ct/kWh]</b>	-	7,93 +0,29	7,92 +0,29	7,75 +0,21	7,82 +0,23	8,17 +0,34

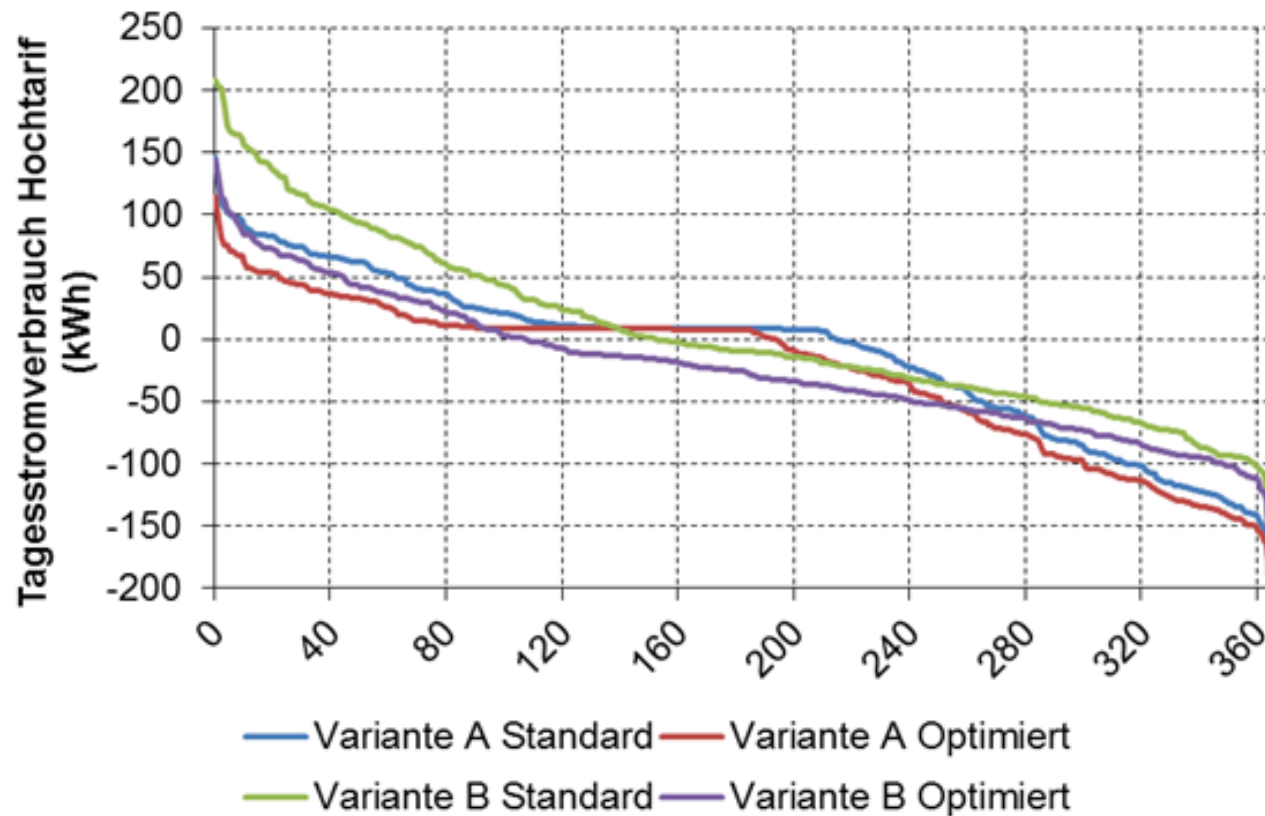
## Tägliche Einspeisung PV (20 kW<sub>p</sub> – Südausrichtung)



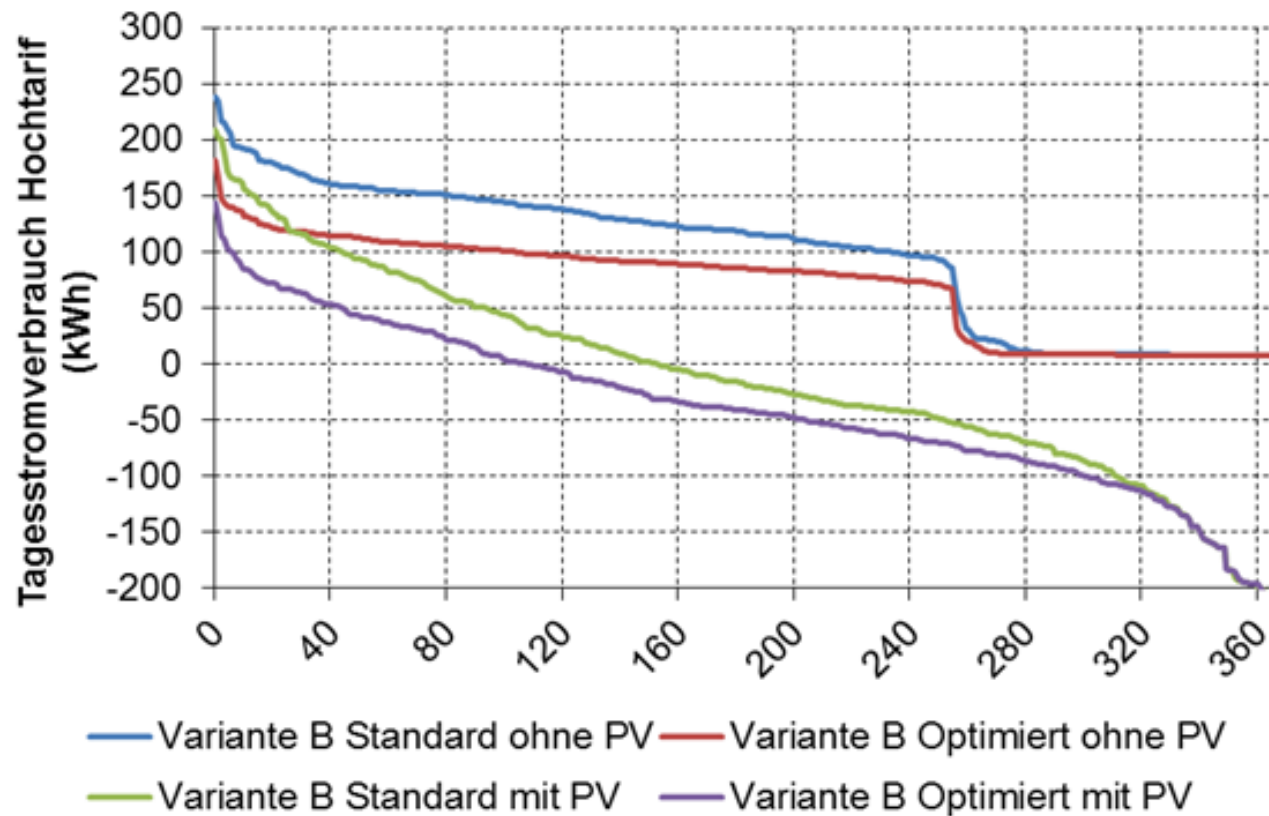
## Einspeisung pro Wochenende



## Täglicher Energiesaldo Hochtarifzeit (06:00 – 22:00)



## Täglicher Energiesaldo Hochtarifzeit



- **Durch neue Rahmenbedingungen entstehen neue Freiheitsgrade bei der Systemoptimierung**
- **Berücksichtigung der Verbrauchscharakteristik bei der Auslegung**
- **Einbindung von PV-Anlagen senkt durchschnittlichen Strompreis**
- **Lastverschiebung senkt durchschnittlichen Strompreis aber senkt Eigenverbrauch**
- **Synergetische Nutzung von elektrochemischen Speichern (Erhöhung Eigenverbrauch und Lastverschiebung zur Ausnutzung günstiger Stromtarife)**





BRINGT BESONDERES ZUSAMMEN

