

# Der Strom von nebenan – Stadt der Zukunft Themenworkshop

## Eigenlast Cluster

Bettina Frantes, Sonnenplatz Großschönau  
Wolfgang Prügler, MOOSMOAR Energies OG

- Projekt Eigenlast Cluster wurde in der 4. AS von Haus der Zukunft plus als Sondierung eingereicht
- Laufzeit: 12 Monate
- Konsortium:
  - Sonnenplatz Großschönau GmbH – Koordination
  - AIT
  - TU Wien – ICT
  - TU Wien – EEG
  - Fronius

## Vorprojekte

- GAVE – Gemeinde als virtueller Energiespeicher
- Zero Carbon Town

Eigenlast Cluster bildet die Basis für weitere Projekte und Aktivitäten in der Marktgemeinde Großschönau

## Inhalt

- Bildung und Evaluierung von Clustern, welche den Eigenverbrauch erhöhen sollen
- die Anwendung von Demand Side Management (DSM) Maßnahmen auf die Cluster
- Untersuchung des Einsatzes von chemischen Speicherlösungen auf Lithiumbasis wie auch Wasserstoffspeichern

# Verbrauchsprofile und die Photovoltaikerzeugung bilden die Basis

gemessene Daten

generische Profile

9 verschiedene Cluster

3 unterschiedliche Lastprofile

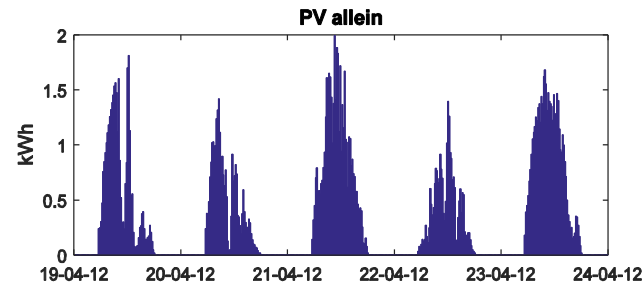
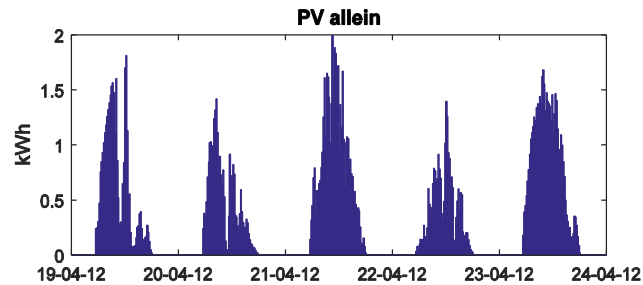
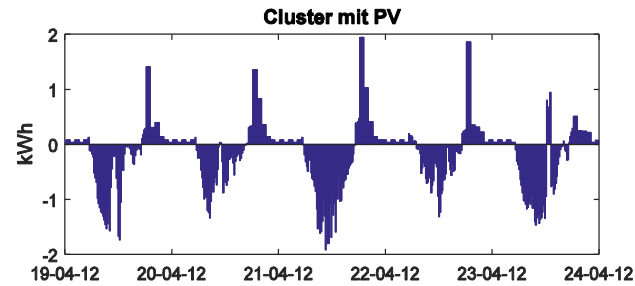
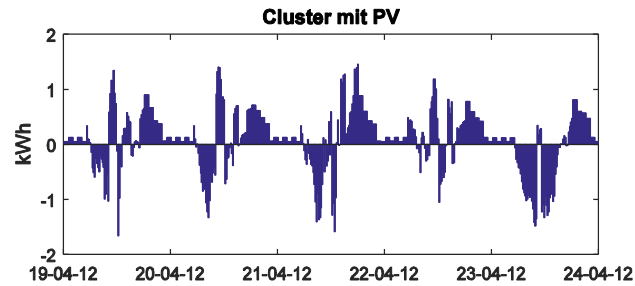
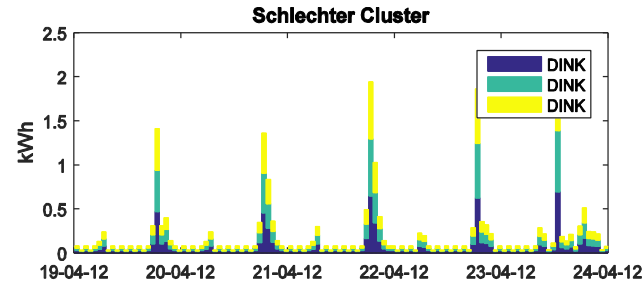
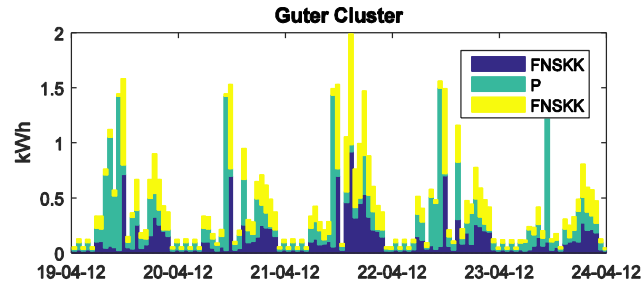
1 PV – Anlage

DSM theoretisch simuliert

Speicher bewertet

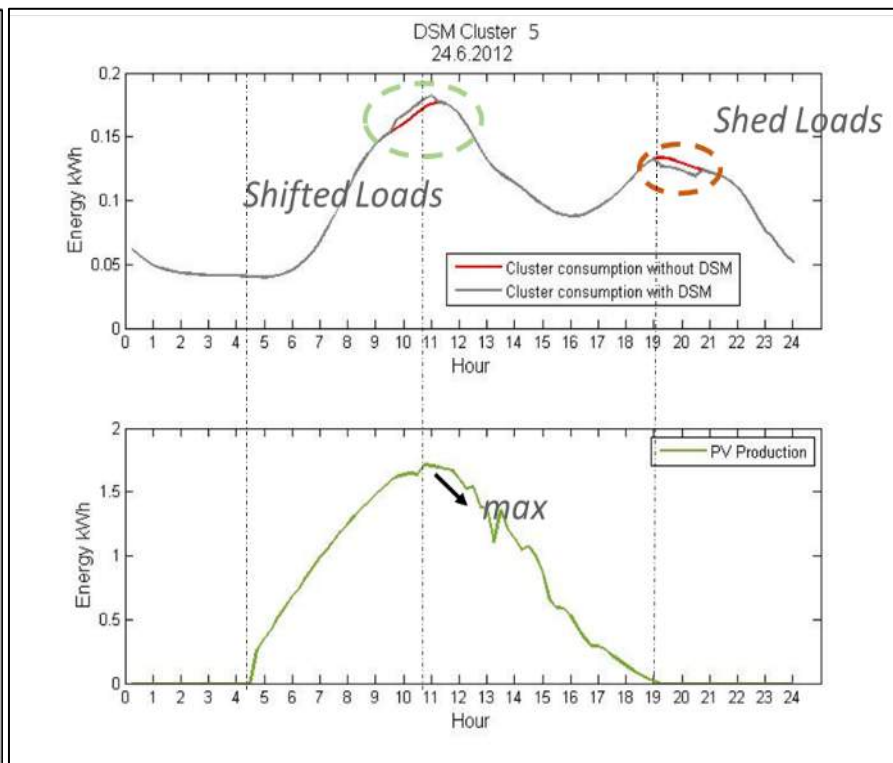
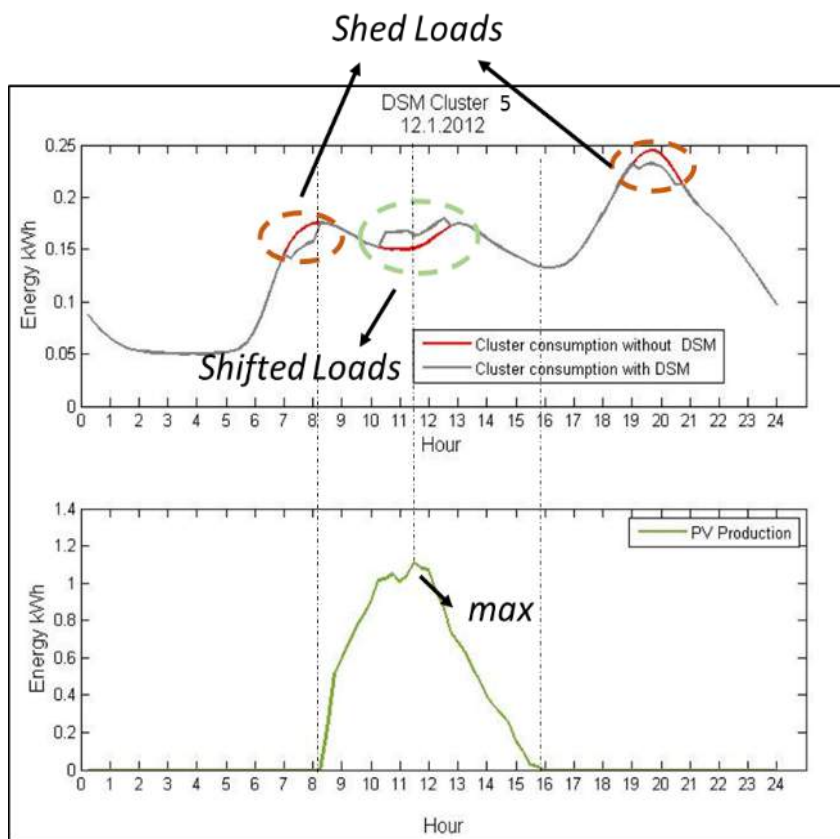


## 1. Maßnahme Clusterbildung



Quelle: TU Wien ICT

## 2. Maßnahme: DSM und Speicher



Quelle: TU Wien ICT

## Ökonomische Bewertung unterschiedlicher Cluster

	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5	Cluster 6	Cluster 7	Cluster 8	Cluster 9
PV Leistung in [kW]	82	25	9,99	6	5,4	5,33	5	4,23	4,08
Besitzerprofil	118 G0	119 L1	133 L1	130 L0	128 FSKA	131 L0	213 FNSKK	108 FNSKK	159 P
Clusterprofil 1	143 G0	124 L0	144 L0	136 P	132 FNSKK	207 FNSKK	221 P	199 FSKA	187 FNSKK
Cluster-Profil 2	216 (öff.)	193 G0	146	201 FNSKK	210 P	220 P	224 FSKA	222 P	218 DINK



## Verwendete Parameter

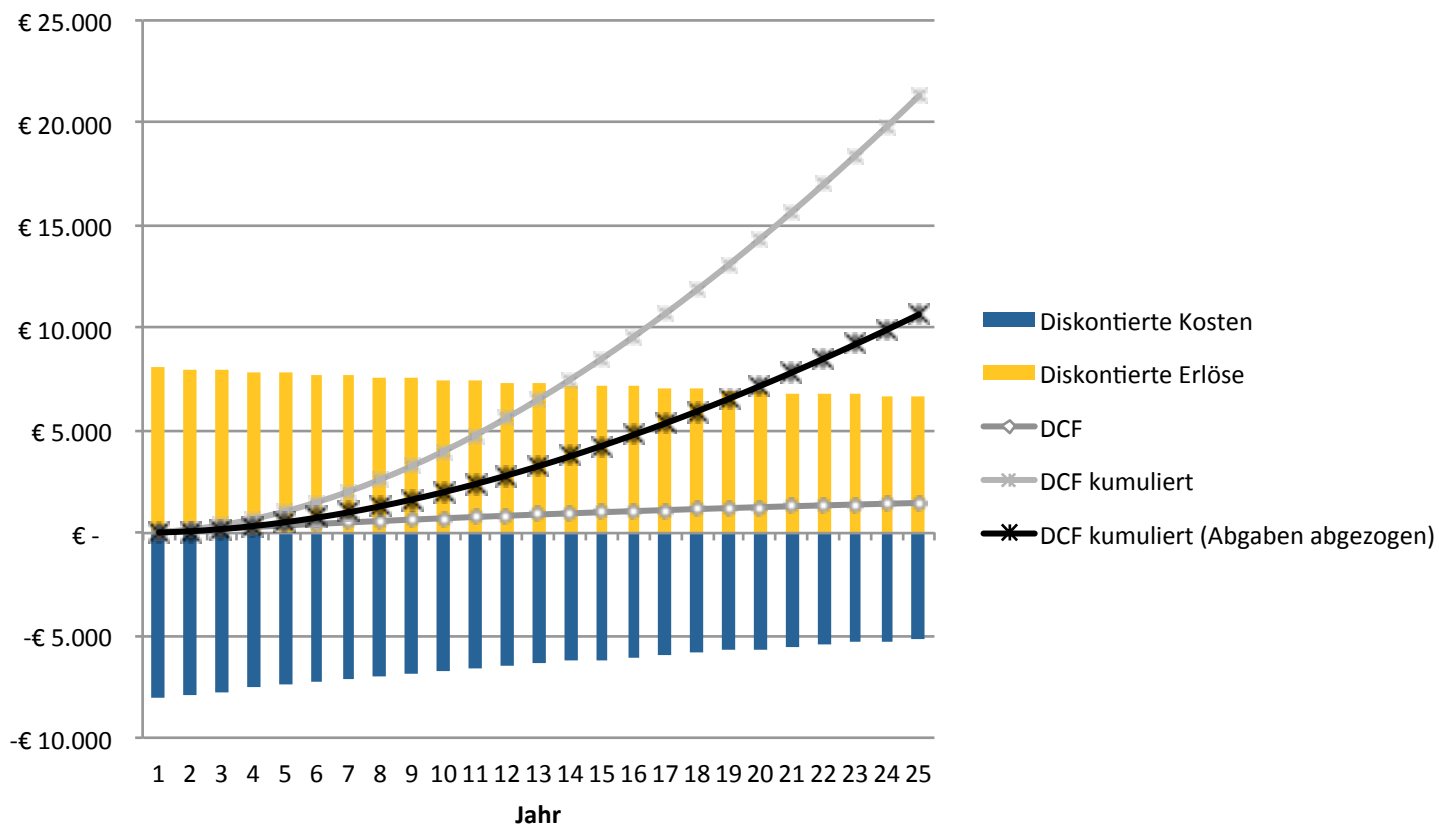
- **Investitionskosten** der nötigen Komponenten (inkl. Planung, Genehmigung)
- **fixe laufende Kosten** der Versorgungsoption (z.B. Versicherung, Wartungsvertrag, Komponentenersatz, Verrechnung, Rückbau etc.)
- **outputabhängige Betriebskosten** (z.B. Brennstoffe, Personal)
- **technische Lebensdauer** der Komponenten
- buchhalterische Abschreibungsdauer
- Rückzahlungsdauer von Fremdkapital
- Fremd- und Eigenkapitalquote und daraus resultierende Kapitalkosten (**WACC**)
- **Erlösparameter** (Energiepreise, Netztarife, Steuern und Abgaben, CO<sub>2</sub>-Preise, durchschnittlicher Eigenversorgungsgrad)
- Vorgaben zur erwarteten Entwicklung der **Inflation**
- Vorgaben zu erwarteten **Tarifsteigerungen**
- **Steuern und Abgaben** der jeweiligen Betreiber

## Parameter Basissetting

Parameter: Basissetting	PV- Anlage 80 kW	PV Anlage 25 kW	PV Anlage 10 kW	PV Anlage < 10 kW
Investitionskosten [€/kW]	1350	1485	1620	1755
Betriebskosten [% der IVK]	1,5	1,5	1,5	1,5
WACC [%]	3	3	3	3
Bewertungszeitraum in Jahren	25	25	25	25
Strompreissteigerung [%/a]	2	2	2	2
Einspeiseerlöse [€Cent/kWh]	6	6	6	6
Inflation [%/a]	2	2	2	2

Preise: PV Preisindex Juli 2014

## Methode – Discounted Cash Flows



## Bewertung Cluster 1

PV Anlage: 82 kW (80,6 MWh)

Anlagenbetreiberprofil: 118 G0 (184 MWh)

Clusterprofile: 143 G0 (61 MWh);  
216 (138 MWh)

Eigennutzungsgrad PV-Erz. ohne  
Cluster: 68,6%

- Verbesserung  
Eigennutzungsgrad durch  
Cluster: 28,6%
- Verbesserung durch DSM f.  
Cluster: 374 kWh/a bzw. 623  
€ (DCF; 25 a)
- Verbesserung durch  
Speicher: 2,6 MWh/a
- Speicher zu teuer: Faktor 7  
(Li-Ionen 9,6 kWh a 2000 €)

Clusterrobustheit	Cluster 1	Vergleichswert in der Bewertung
Max. Investitionskosten [€/kW]	1887	1350
Max. Betriebskosten [% der IVK]	3,80%	1,5
Max. WACC	7,30%	3
Minimale Strompreissteigerung	-1,10%	2
Minimale Anlagenleistung [kW]	58	82
Minimale Einspeiseerlöse [€cent/kWh]	-107	6
Maximale Inflation	11,90%	2

## PV Erzeugungssprofil

TAG	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1	38	166	162	325	433	193	438	411	44	198	43	78
2	54	187	250	369	274	336	400	409	194	131	90	40
3	108	192	256	342	295	299	258	309	209	287	128	48
4	47	118	220	326	287	152	376	319	193	217	151	43
5	20	150	260	139	306	263	400	419	297	268	34	39
6	66	148	275	71	311	381	404	423	170	257	87	48
7	32	90	292	98	260	453	438	465	379	49	85	110
8	40	191	78	167	400	289	449	339	325	283	121	79
9	42	73	287	436	441	137	272	407	369	109	143	114
10	30	127	307	242	393	99	362	285	343	199	69	57
11	44	219	36	276	403	286	322	185	327	267	27	41
12	140	234	87	194	79	218	327	393	41	86	31	95
13	62	84	59	207	376	248	195	458	89	225	27	112
14	82	206	152	80	191	401	179	461	368	239	79	89
15	126	133	267	31	419	537	218	445	143	73	41	24
16	106	130	331	96	229	526	358	257	320	52	33	43
17	42	103	323	307	377	516	270	379	322	229	36	43
18	157	151	275	438	507	516	424	428	318	94	73	48
19	33	95	143	271	522	410	310	428	65	125	35	58
20	57	115	345	211	488	383	214	413	303	147	43	35
21	65	257	351	385	308	440	246	341	305	51	18	30
22	37	152	325	185	274	349	277	343	163	39	73	44
23	99	78	270	391	433	414	494	372	249	103	33	23
24	69	208	268	311	433	487	459	249	201	51	90	64
25	93	199	339	467	458	284	107	56	308	124	120	65
26	130	61	370	461	495	346	339	199	228	39	21	21
27	158	222	323	456	347	410	449	228	78	24	26	105
28	71	88	341	468	287	469	378	412	301	61	17	22
29	72	51	244	417	483	460	265	394	166	65	46	104
30	186	128	404	288	447	317	321	230	83	41	41	56
31	165	98	273	388	56	179						99

## Netzexport ohne Cluster

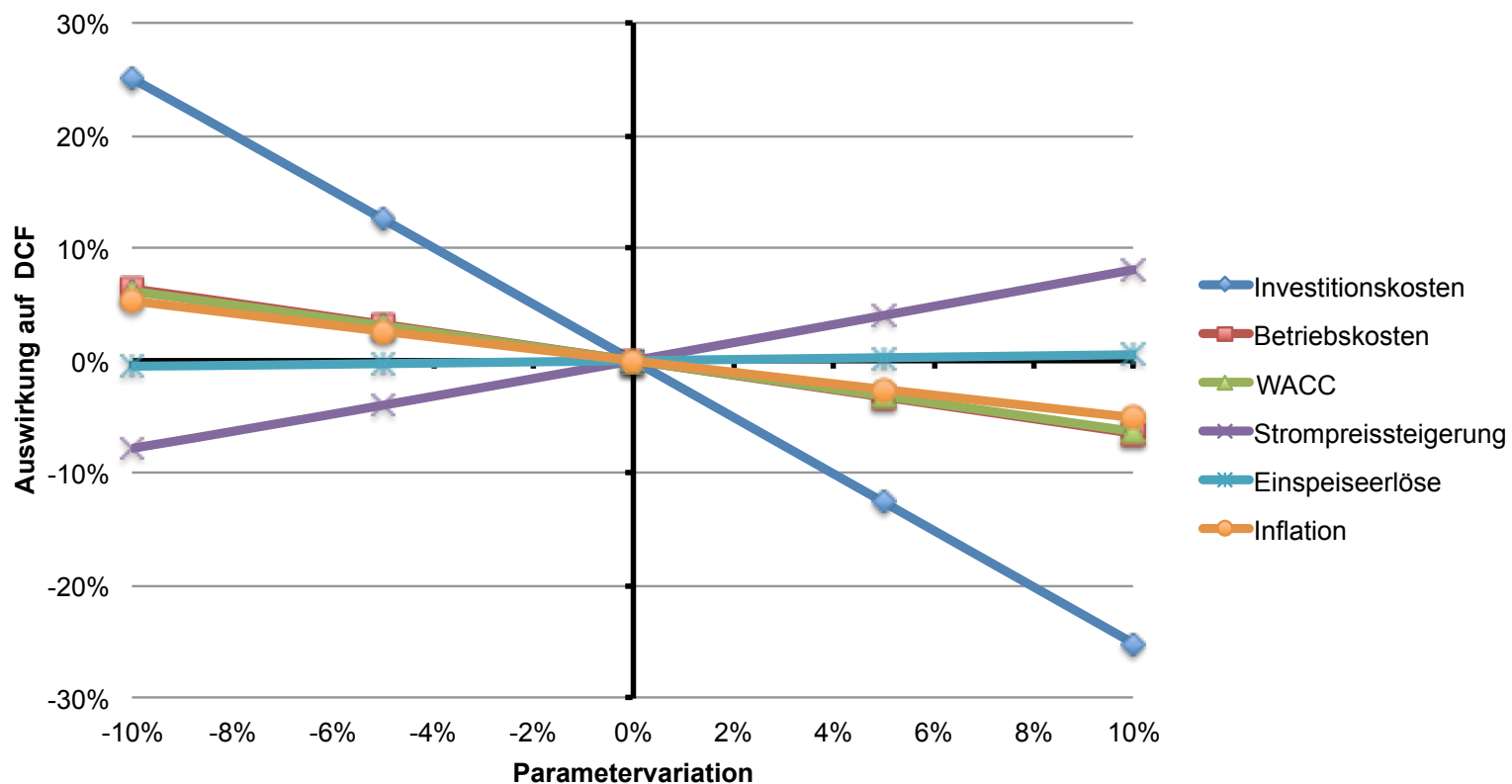
TAG	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1	0	28	25	120	175	45	212	158	0	41	0	0
2	0	40	69	163	69	119	192	182	49	11	11	0
3	2	37	71	130	73	58	70	120	51	105	7	0
4	0	3	31	120	73	1	157	146	32	59	13	0
5	0	20	66	23	82	43	165	198	108	97	0	0
6	3	12	90	1	81	151	170	195	46	91	1	0
7	0	0	85	0	41	204	215	215	167	0	1	1
8	0	41	0	24	135	136	179	107	147	107	1	0
9	0	0	91	205	180	11	108	161	161	15	14	0
10	0	1	100	58	130	0	106	83	143	54	0	0
11	0	54	0	86	150	93	131	57	125	97	0	0
12	12	59	0	51	1	61	113	160	0	1	0	0
13	1	0	0	51	148	48	40	215	1	60	0	3
14	1	48	26	3	23	166	11	220	163	76	0	0
15	17	25	102	0	190	263	26	207	25	4	0	0
16	4	12	102	0	55	272	156	75	114	0	0	0
17	0	0	99	84	158	247	87	192	122	75	0	0
18	21	28	53	188	236	244	171	211	119	13	0	0
19	0	1	6	77	272	206	83	194	0	14	0	2
20	0	3	113	24	224	159	43	181	105	26	0	0
21	1	73	130	176	75	198	61	169	124	0	0	0
22	0	31	112	38	74	135	91	140	35	0	0	0
23	0	0	107	150	177	211	230	159	87	15	0	0
24	3	52	69	119	176	224	201	74	50	0	2	0
25	2	36	141	228	187	102	3	0	120	30	2	0
26	11	0	167	206	256	110	137	26	50	0	0	0
27	28	53	122	200	108	147	204	62	0	0	0	4
28	0	0	136	214	73	208	180	188	112	0	0	0
29	0	0	74	180	226	216	101	177	36	0	0	0
30	35		11	162	77	208	120	110	72	0	0	0
31	22		7		42		140	0		40		0

## Netzexport mit Cluster 1

TAG	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1	0	0	0	0	28	52	0	82	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	34	15	13	7	0	0
3	0	0	0	0	1	0	3	1	7	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	4	32	0	0	0
5	0	0	0	0	0	9	0	11	74	0	0	0
6	0	0	0	0	0	27	11	11	11	4	5	0
7	0	0	0	0	0	0	71	81	16	6	0	0
8	0	0	0	0	1	0	17	55	2	37	0	0
9	0	0	0	0	78	8	0	2	4	42	0	0
10	0	0	0	3	0	4	0	1	2	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	9	20	15	0	0	0
12	0	0	0	0	2	0	0	1	51	0	0	0
13	0	0	0	0	0	41	0	0	22	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	19	0	18	9	1	0
15	0	0	0	0	0	14	31	6	74	6	0	0
16	0	0	0	0	0	0	119	19	7	25	0	0
17	0	0	0	1	1	44	104	6	12	0	0	0
18	0	0	0	2	4	11	19	14	80	0	0	0
19	0	0	0	0	5	120	20	3	65	0	0	0
20	0	0	0	0	0	92	10	0	4	0	0	0
21	0	0	0	0	50	0	17	3	5	0	0	0
22	0	0	0	0	5	0	5	25	1	0	0	0
23	0	0	0	0	2	13	88	23	5	9	0	0
24	0	0	0	0	2	15	89	12	1	0	0	0
25	0	0	0	33	13	14	15	0	0	0	0	0
26	0	0	0	1	6	110	2	8	0	0	0	0
27	0	0	0	0	5	21	10	9	2	0	0	0
28	0	0	0	0	70	11	14	66	7	0	0	0
29	0	0	0	0	49	18	14	27	7	0	0	0
30	0	0	0	0	4	13	73	0	1	10	0	0
31	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

# Clustersensitivität

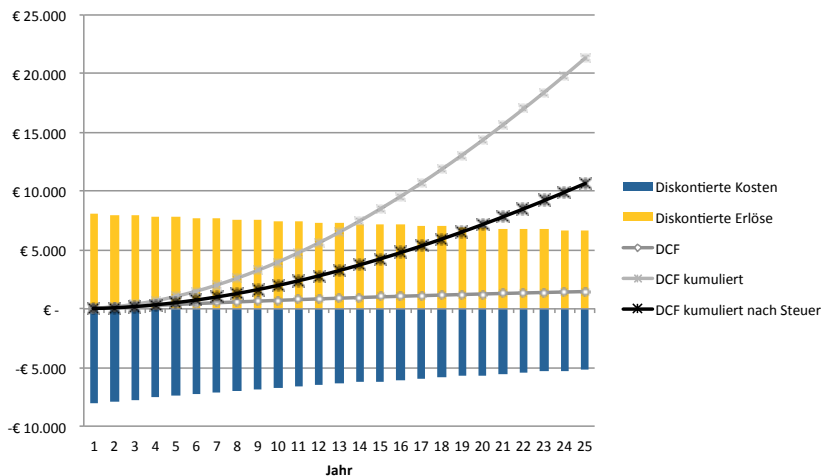
## Cluster 1



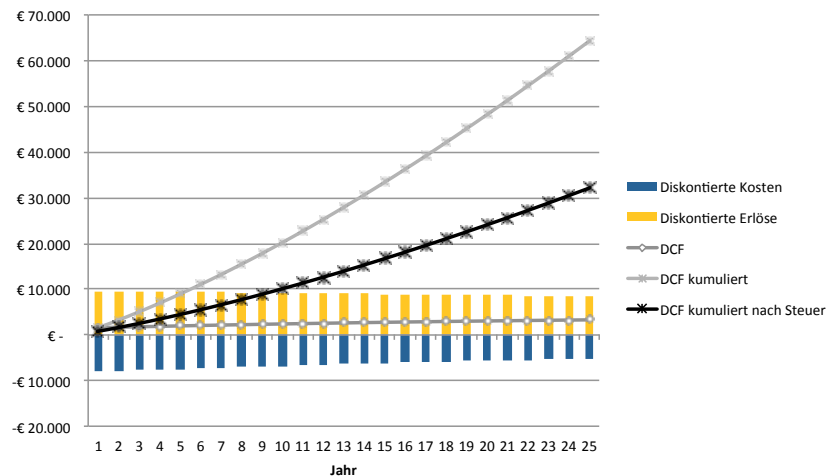


## DCF: Vergleich

### Ohne Cluster 1



### Mit Cluster 1



Clusterranking	DCF Clustervorteil in [cent/kWh]
Cluster 1	7,45

## Bewertung Cluster 2

PV Anlage: 25 kW (22,2 MWh)

Anlagenbetreiberprofil: 119 L1 (12,7 MWh)

Clusterprofile: 124 L0 (12,7 MWh);  
193 G0 (13,8 MWh)

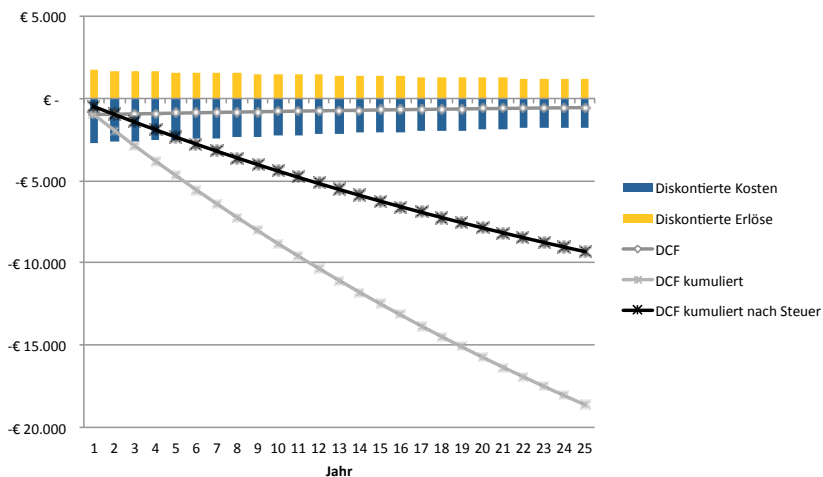
Eigennutzungsgrad PV-Erz. ohne  
Cluster: 26%

- Verbesserung Eigennutzungsgrad durch Cluster: 38,6%
- Verbesserung durch DSM f. Cluster: 94 kWh/a bzw. 170 € (DCF; 25 a)
- Verbesserung durch Speicher: 3,5 MWh/a (bzw. 16%)
- Speicher zu teuer: Faktor 61 (Lithonen 3,2 kWh a 2000 € + H2 100 kWh)
- **PV-Anlage 2 erscheint für den gewählten Cluster zu klein**

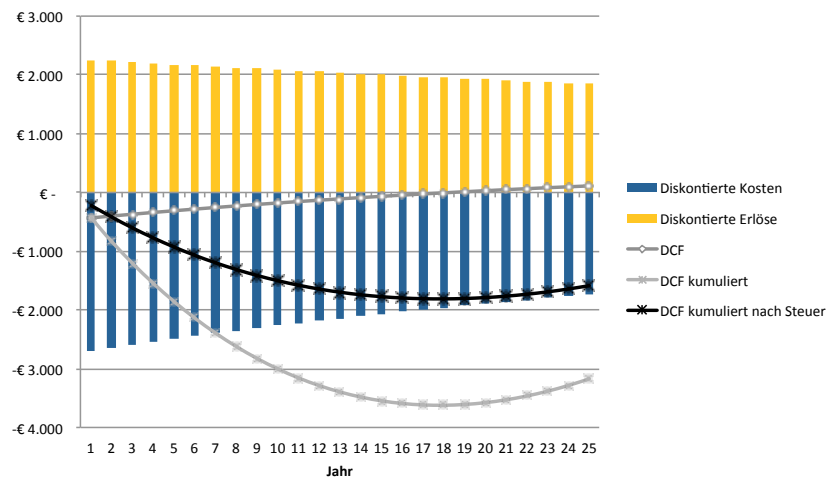
Clusterrobustheit	Cluster 2	Vergleichswert in der Bewertung
Max. Investitionskosten [€/kW]	1398	1485
Max. Betriebskosten [% der IVK]	1,16%	1,5
Max. WACC	2,30%	3
Minimale Strompreissteigerung	3%	2
<b>Minimale Anlagenleistung [kW]</b>	<b>27,4</b>	25
Minimale Einspeiseerlöse [€cent/kWh]	8,13	6
Maximale Inflation	0,76%	2

## DCF: Vergleich

### Ohne Cluster 2



### Mit Cluster 2



Clusterranking	DCF Clustervorteil in [cent/kWh]
Cluster 2	7,21

## Bewertung Cluster 9

PV Anlage: 4,08 kW (4 MWh)

Anlagenbetreiberprofil: 159 P (5,9 MWh)

Clusterprofile: 187 FNSKK (3,7 MWh); 218 DINK (6 MWh)

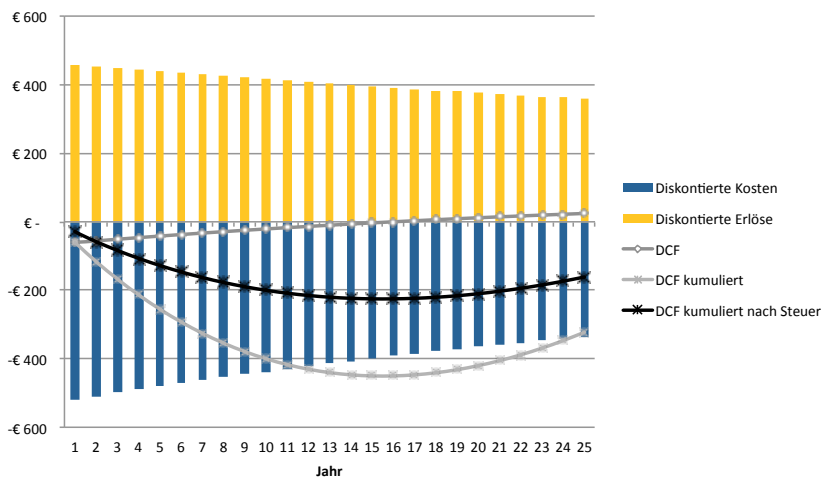
Eigennutzungsgrad PV-Erz. ohne Cluster: 41%

- Verbesserung Eigennutzungsgrad durch Cluster: 33,3%
- Verbesserung durch DSM f. Cluster: 42 kWh/a bzw. 124 € (DCF; 25 a)
- Verbesserung durch Speicher: 0,9 MWh/a
- Speicher zu teuer: Faktor 9,6 (Li-Ionen 9,6 kWh a 2000 €)

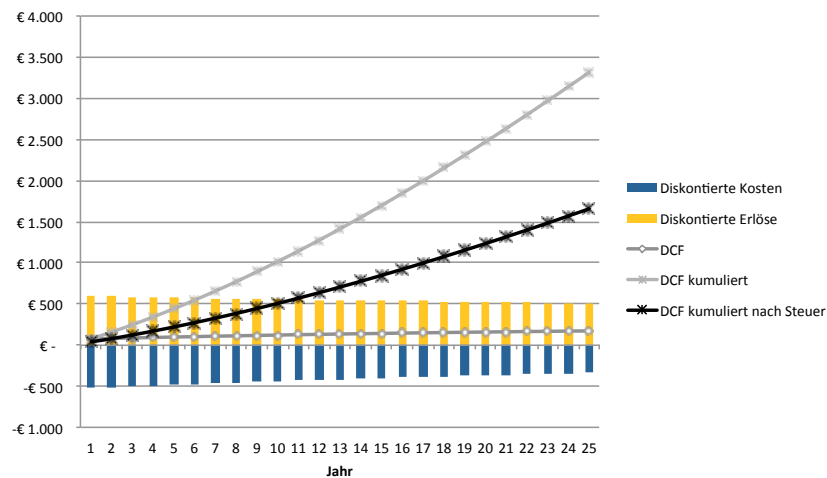
Clusterrobustheit	Cluster 9	Vergleichswert in der Bewertung
Max. Investitionskosten [€/kW]	2311	1755
Max. Betriebskosten [% der IVK]	3,35%	1,5
Max. WACC	6,50%	3
Minimale Strompreissteigerung	-0,78%	2
Minimale Anlagenleistung [kW]	2,89	82
Minimale Einspeiseerlöse [€cent/kWh]	-11	6
Maximale Inflation	10,25%	2

## DCF: Vergleich

### Ohne Cluster 9



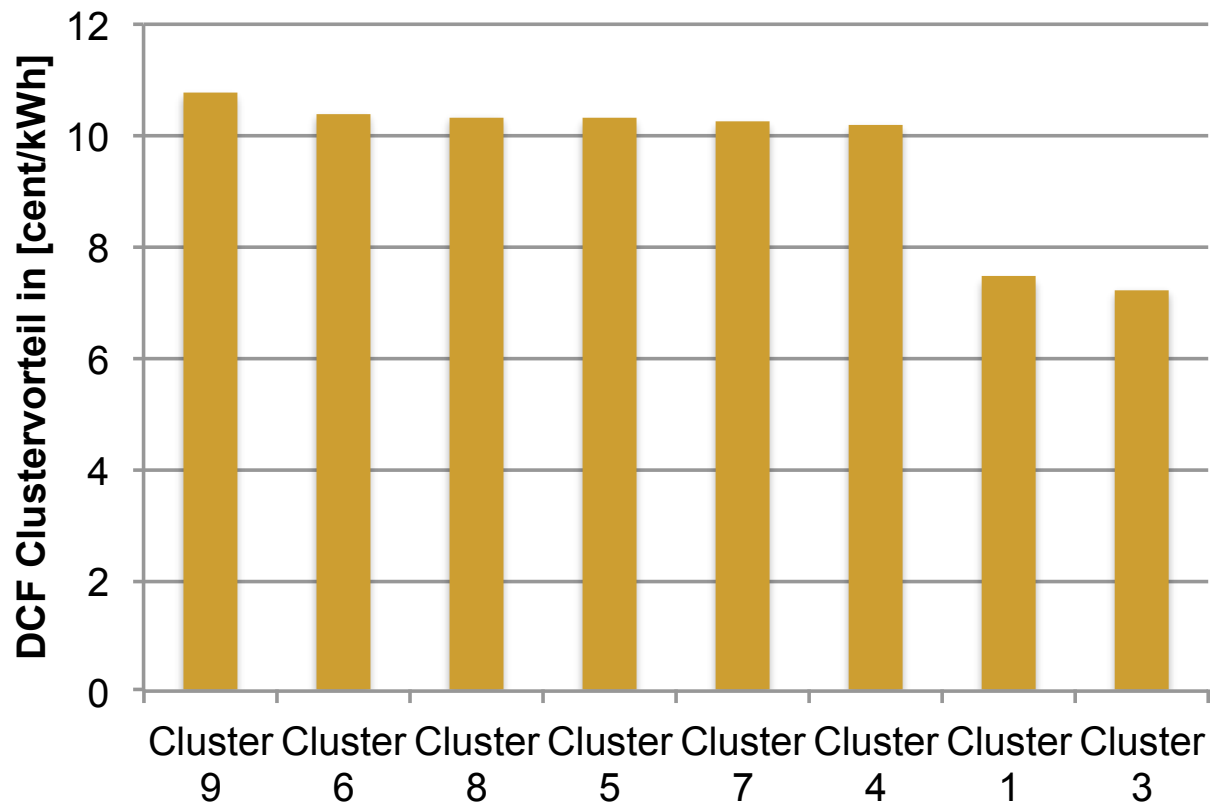
### Mit Cluster 9



Clusterranking	DCF Clustervorteil in [cent/kWh]
Cluster 1	10,76

## Clusterranking

### Gereiht nach Clustervorteil



## Speicherbewertung

	Speichergröße	Speicher zu teuer Faktor
Cluster 1	Li-Ion 9,6 kWh	7
Cluster 2	Li-Ion 3,2 kWh; H2 100 kWh	61
Cluster 3	Li-Ion 9,6 kWh	32
Cluster 4	Li-Ion 9,6 kWh	15
Cluster 5	Li-Ion 9,6 kWh	5
Cluster 6	Li-Ion 3,2 kWh; H2 100 kWh	132
Cluster 7	Li-Ion 9,6 kWh	7
Cluster 8	Li-Ion 9,6 kWh	8
Cluster 9	Li-Ion 9,6 kWh	10

# Schlussfolgerungen

- **Kleine PV-Anlagen** (< 10 kW) erreichen **auch ohne Cluster** entsprechend höhere Eigenverbrauchsquoten für die analysierten Verbraucherprofile. Die Wirtschaftlichkeit (Grid Parität) wird dadurch auch ohne Cluster begünstigt.
- Neben der Anlagengröße sind vor allem auch die **Verbraucherprofile und die damit verbundenen Energietarife von hoher Relevanz**. Durch die derzeitigen Tarifstrukturen (Gewerbe, Landwirtschaft, Haushalte) erreichen Cluster mit höheren Haushaltslastanteilen entsprechend höhere DCF Verbesserungen und damit auch höhere Clustervorteile als gewerblich orientierte Cluster.
- **Der Clustereffekt** (jeweils 2 zusätzliche Verbraucher im Projekt betrachtet) liegt für **Anlagen < 10 kW bei etwa 40 %** an zusätzlichem Eigenverbrauchsgrad bzw. ca. 10 Cent je kWh (ca. 7 Cent/kWh für gewerblich orientierte Cluster) an zusätzlichem Eigenstromverbrauch (durch PV-Anlagen erzeugt, getroffene Annahmen vorausgesetzt).
- **DSM Maßnahmen** erscheinen selbst bei Großanlagen **schwer finanzierbar** zu sein, da die zusätzliche Steigerung der Eigennutzung durch die betrachteten DSM Maßnahmen bei durchschnittlich 0,45 % liegt. Dieser geringe Effekt wird vor allem durch die implementierte Clusterbildung hervorgerufen.



# Schlussfolgerungen

- **Die zusätzliche Stromspeicherung** (9,6 kWh Li-Ionen Speicher) ohne Wasserstoffspeicher ermöglicht bei Clustern mit hohen Anteilen an Haushaltslasten im Durchschnitt **ca. 23 % an zusätzlichem Eigennutzungsgrad**. Zusätzlich eingesetzte **Wasserstoffspeicher verschlechtern die Wirtschaftlichkeit** des Konzepts jedoch deutlich, da die verfügbaren H<sub>2</sub>-Speicher als Saisonspeicher ausgelegt sind und damit hohe Fixkostenanteile bei den ermittelten Kleinanwendungen verursachen.
- Allgemein decken die **erreichbaren Erlöse durch Stromspeicherung** in Kombination mit DSM und Clusterbildung **in keinem der betrachteten Fälle die entstehenden Kosten**.