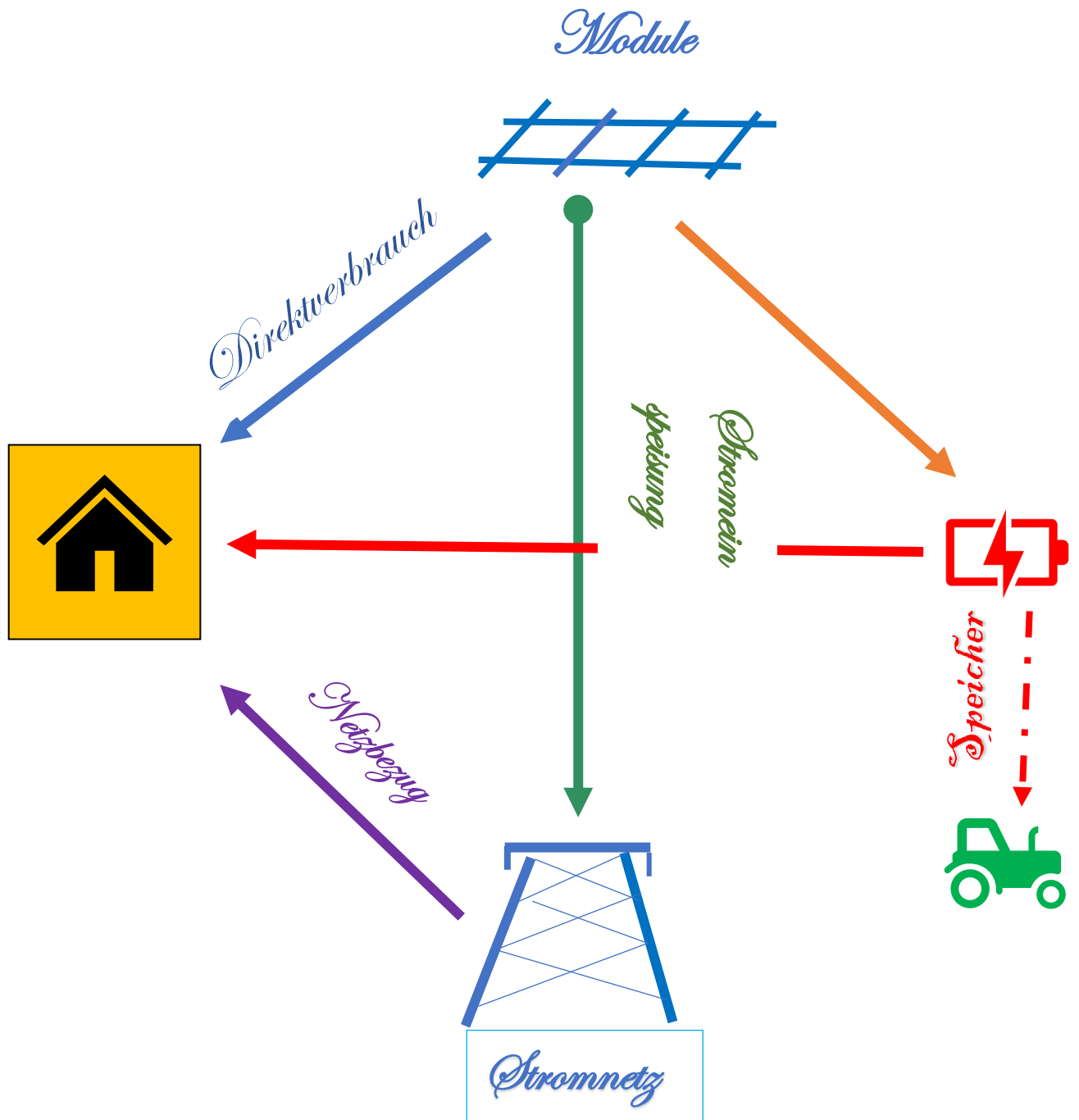
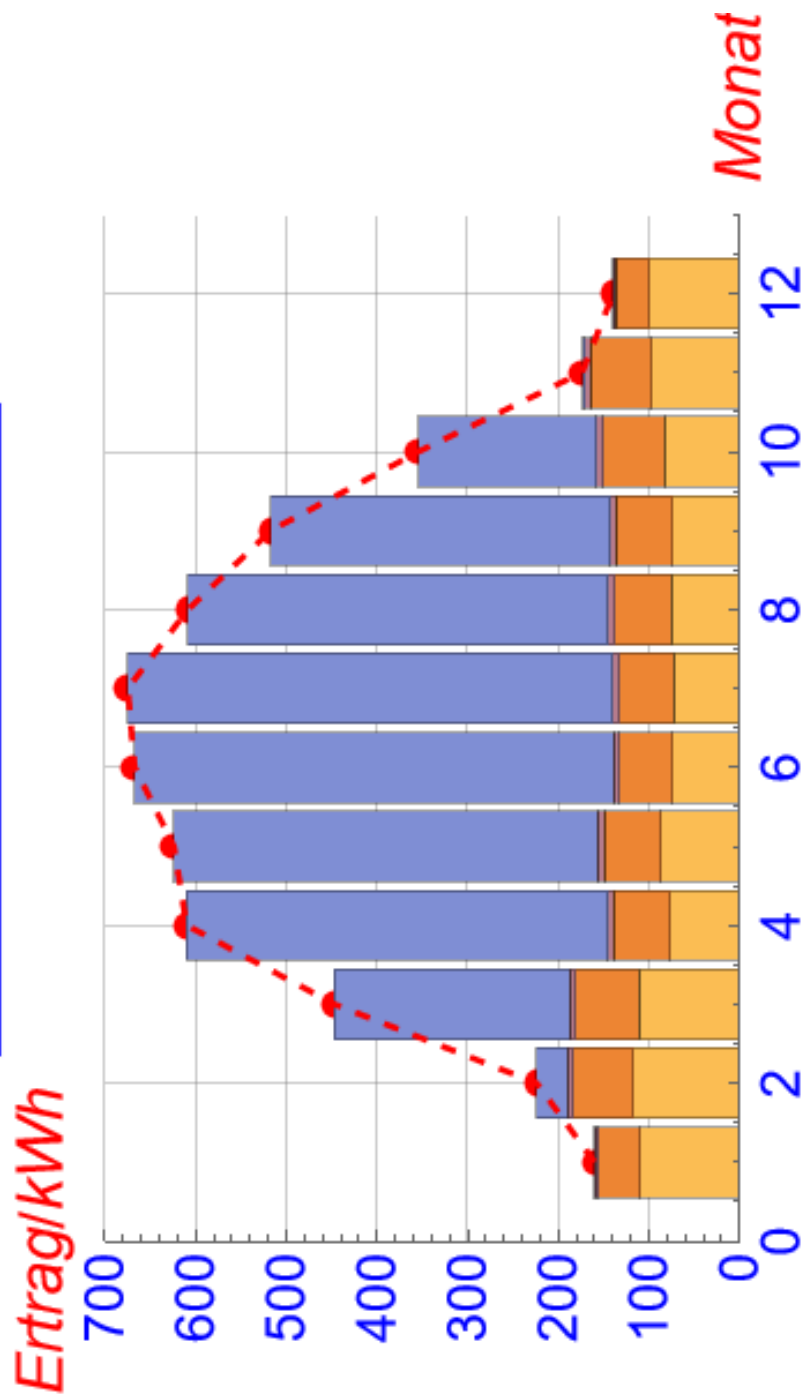


Photovoltaikanlage



Gebäudestrombedarf 4000 kWh/a, Ertrag PV-Anlage 5200 kWh/a

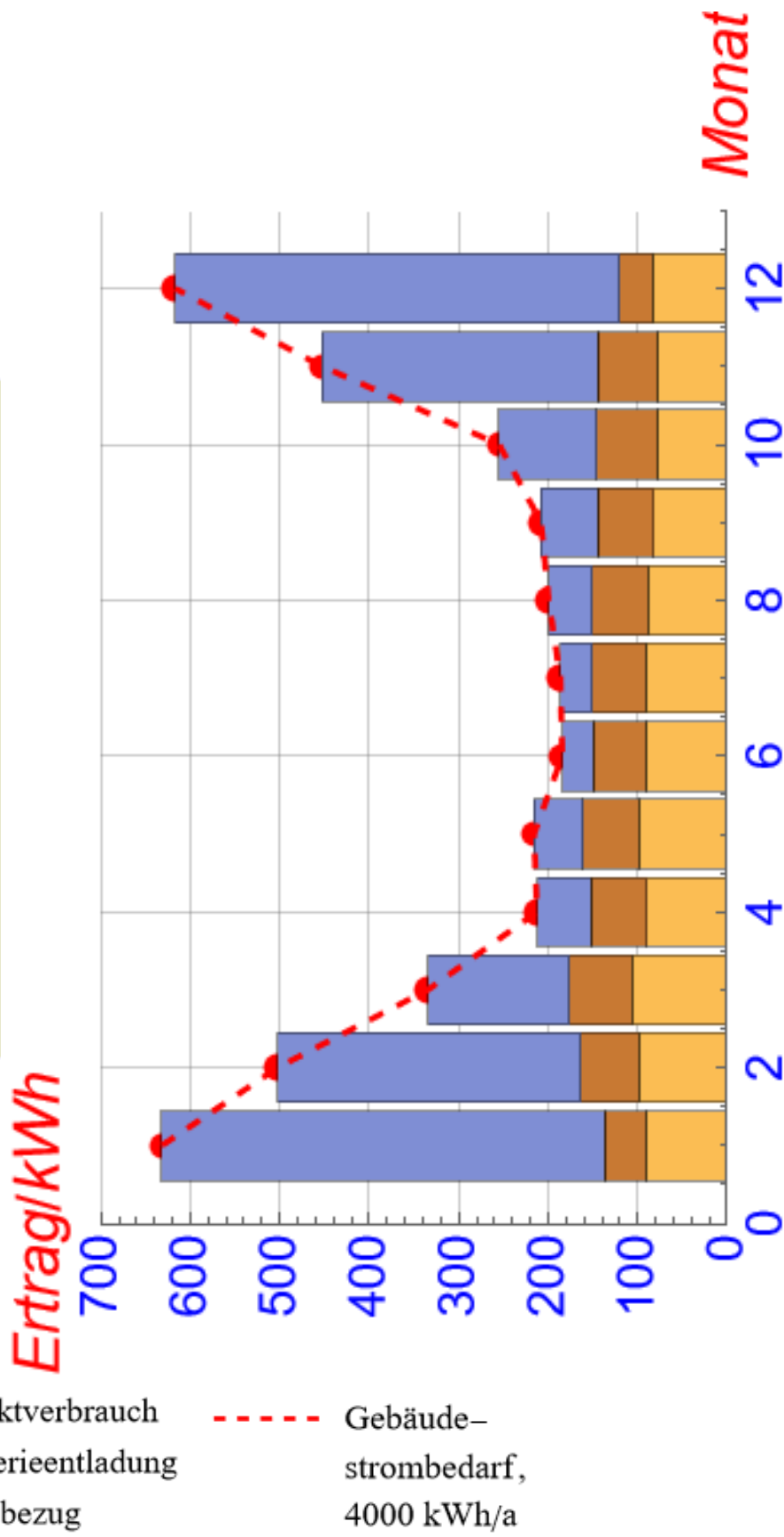
Strombilanz PV-Anlage



- Stromeinspeisung
- Batterieverluste
- Batterieentladung
- Direktverbrauch

--- Stromertrag PV-Anlage= 5200. kWh/a

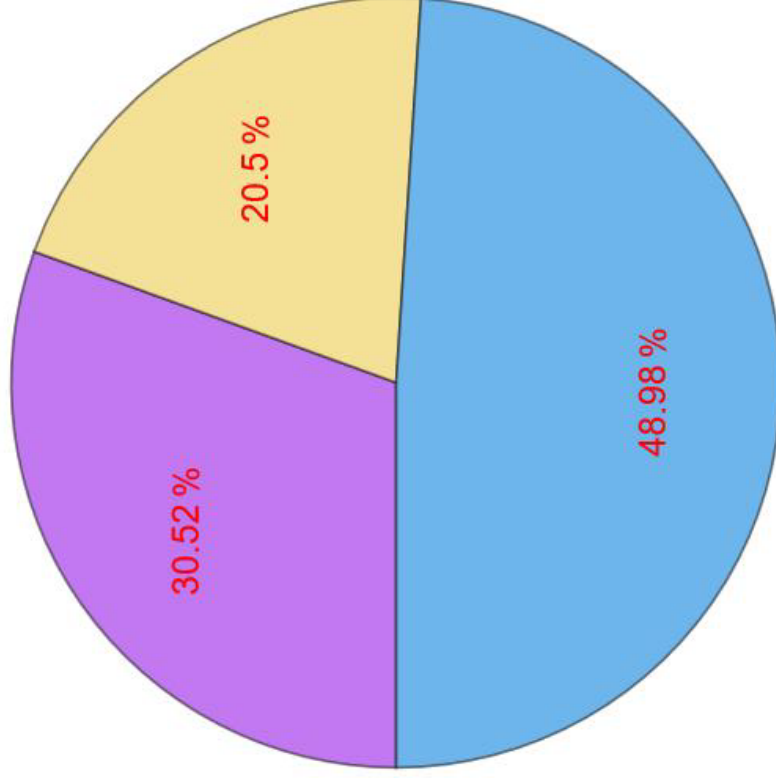
Gebäudestrombilanz



Gebäudestrombilanz:

Autarkie= 30.52 % + 20.5 % = 51.02 %

vom jährl.Gebäudestromverbrauch= 4000 kWh/a= 100%

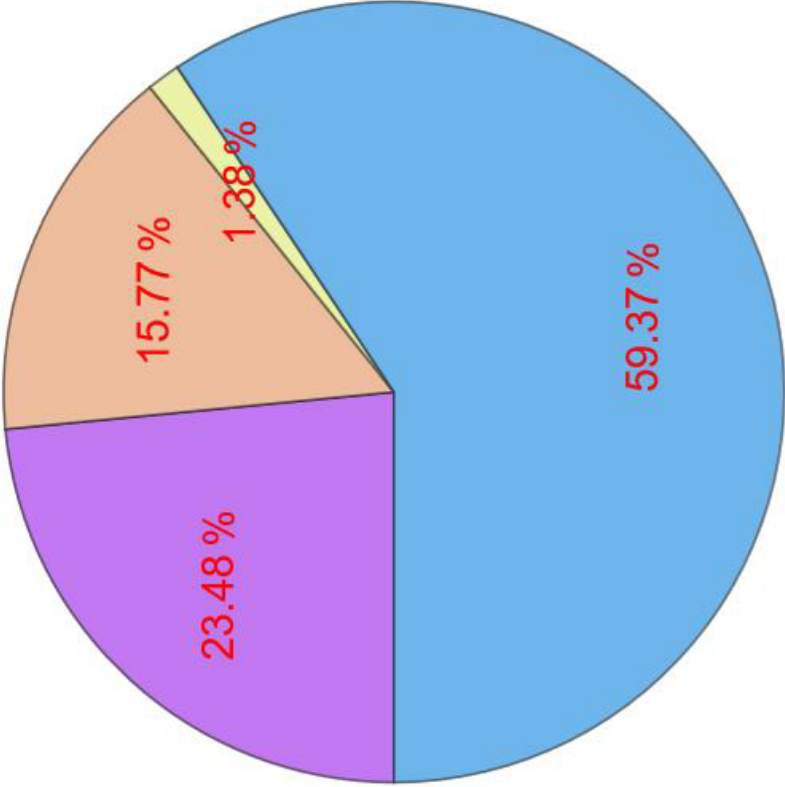


Direktverbrauch= 1221 kWh/a= 30.52 %

Batterieentladung= 820 kWh/a= 20.5 %

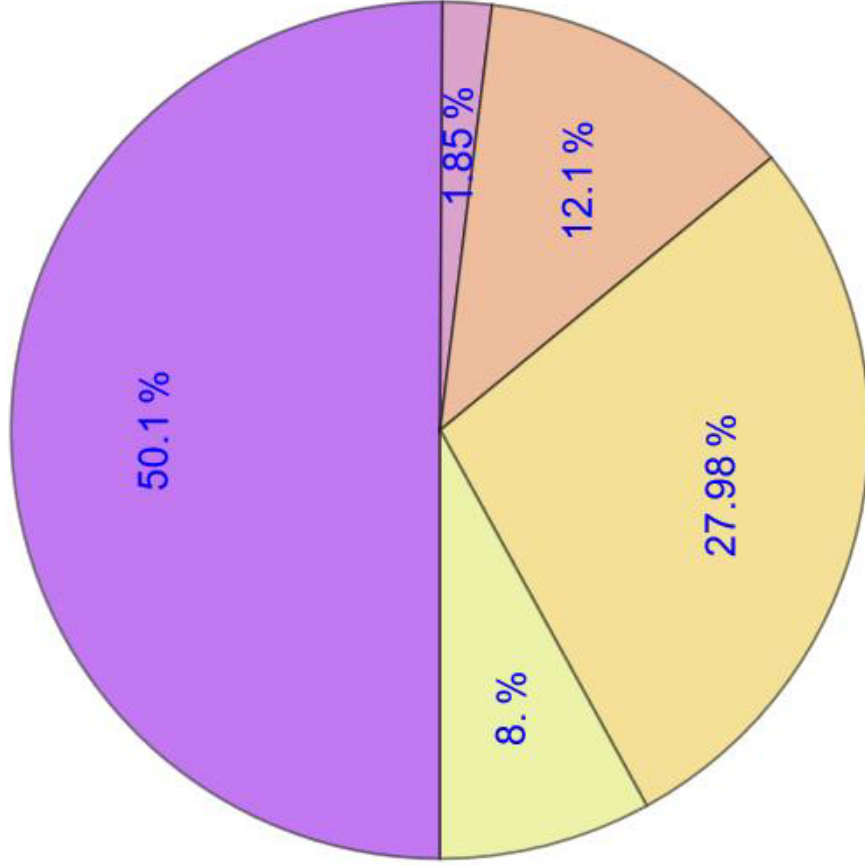
Netzbezug= 1959 kWh/a= 48.98 %

Eigenverbrauch= 23.48 % + 15.77 %
= 39.25 % von PV-Ertrag= 5200 kWh/a



- Direktverbrauch= 1221 kWh/a= 23.48 %
- Batterieentladung= 820 kWh/a= 15.77 %
- Batterieverluste= 72. kWh/a= 1.38 %
- Stromeinspeicherung= 3087 kWh/a= 59.37 %

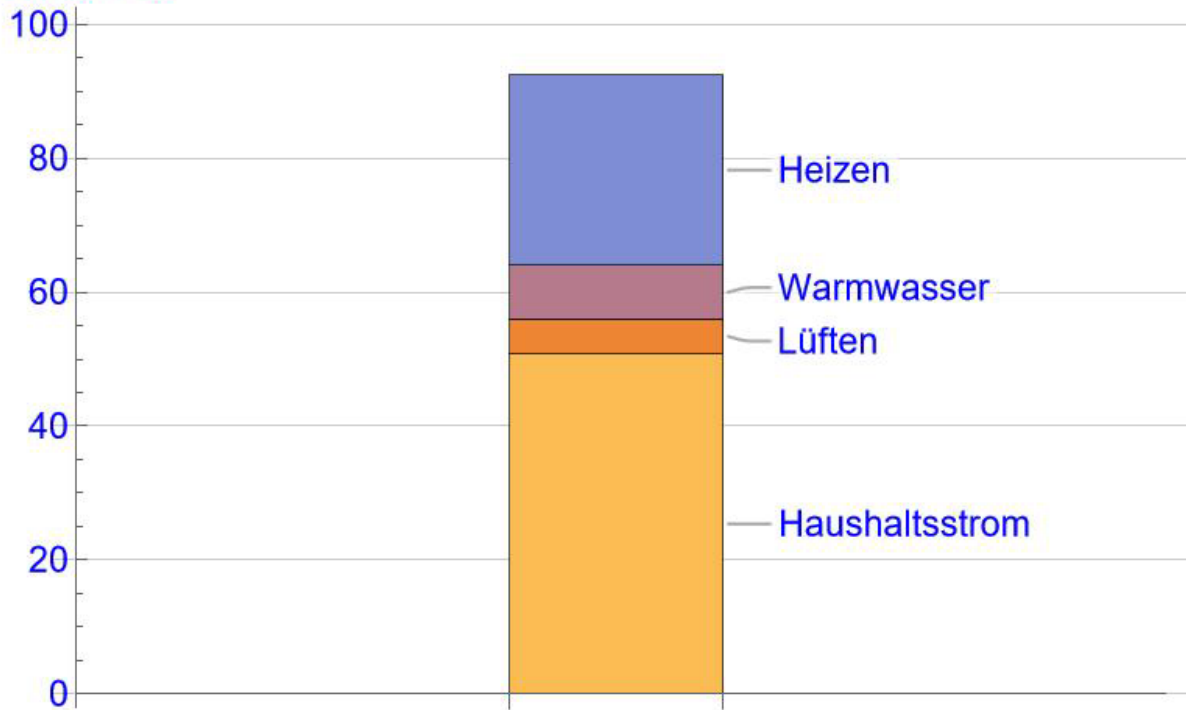
Gebäudestrombedarf 4000kWh/a



- Haushaltsstrom
- Hilfsenergie Verteilung
- Ventilatorstrom, 189 cbm/h
- Wärmezeugung
- Warmwasser
- Kälteerzeugung
- Elektromobilität

Primärenergiebilanz Gebäude

kWh/(m²a)



	Allgemein in strom	Ventilat or strom	Warmw asser erwärm ung	Wärme erzeugu ng	Kälte erzeugu ng	Hilfsene rgie verteilu ng	Elektro mobilität	Gebäud estrom bedarf	Stromer trag PVanla ge	Eigenst rom nutzung	Batterie nutzung	Batterie verluste	Netz bezug	Stromei n speisun g
Jan	210	41	49	311	0.	21	0.	632	181	125	52	4	455	0
Feb	178	37	39	233	0.	15	0.	502	246	134	74	6	294	32
Mär	179	41	27	82	0.	5	0.	334	453	126	79	7	129	241
Apr	159	40	13	1	0.	0	0.	213	595	87	71	6	55	431
Mai	161	41	13	0	0.	0	0.	216	611	98	72	7	46	434
Jun	137	40	8	0	0.	0	0.	184	645	83	66	6	35	490
Jul	137	41	8	0	0.	0	0.	186	655	82	69	7	35	497
Aug	145	41	13	0	0.	0	0.	200	593	85	71	7	44	430
Sep	150	40	19	0	0.	0	0.	208	508	84	71	6	53	347
Okt	167	41	34	12	0.	1	0.	255	360	94	77	7	84	182
Nov	174	40	46	181	0.	12	0.	453	196	110	77	6	266	3
Dez	207	41	51	299	0.	20	0.	617	157	113	41	3	463	0
Σ	2004	484	320	1119	0.	74	0.	4000	5200	1221	820	72	1959	3087

Outf]=	Autarkiegrad	$\frac{\text{Eigenstromnutzung+Batterienutzung}}{\text{Gebäudestrombedarf}}$	51.02 %
	Eigenverbrauchsquote	$\frac{\text{Direktverbrauch+Batterienutzung}}{\text{Ertrag der PV-Anlage}}$	39.25 %

Outf]=	Gebäudestrombedarf	4000 kWh/a
	davon Direktverbrauch	1221 kWh/a
	davon Batterieentladung	820 kWh/a
	davon Netzbezug	1959 kWh/a

Outf]=	Stromertrag PV Anlage	5200 kWh/a
	davon Direktverbrauch	1221 kWh/a
	davon Batterieentladung	820 kWh/a
	davon Batterieverluste	72 kWh/a
	davon Einspeisung	3087 kWh/a

Outf]=	Gebäudestrombedarf	4000 kWh/a
	Haushaltsstrom	2004 kWh/a
	Hilfsenergie Verteilung	74 kWh/a
	Ventilatorstrom, 189 cbm/h	484 kWh/a
	Wärmeerzeugung	1119 kWh/a
	Warmwasser	320 kWh/a
	Kälteerzeugung	0
	Elektromobilität	0

Outf]=	Primärenergie, fe=1,8	4752 kWh/a
	Haushaltsstrom	2004 kWh/a
	Lüften	1043 kWh/a
	Warmwasser	320 kWh/a
	Heizen	1119 kWh/a
	Kühlen	0
	E Mobilität	0
	Eigenverbrauch	-1221 kWh/a
	Batterieentladung	-820 kWh/a

Alle Daten ohne Speicher	
Jährlicher Stromverbrauch	4000 kWh
Nennleistung pro Modul Spitze	0.365 kWp
Modulfläche	1.88 m ²
Modulzahl	21
regionaler Energieertrag	$\frac{1150 \text{ kWh}}{\text{a}}$
Dachneigung	30 °
Dachausrichtung	Südost
Abweichung Dachausrichtung und Dachneigung	95 %
Abweichung durch Stromverluste	90 %
Gesamtabweichung	0.85
Eigenverbrauchsquote vom Solarstrom ohne Stromspeicher	34 %
nutzbare Speicherkapazität Spitze	7.68 kWh

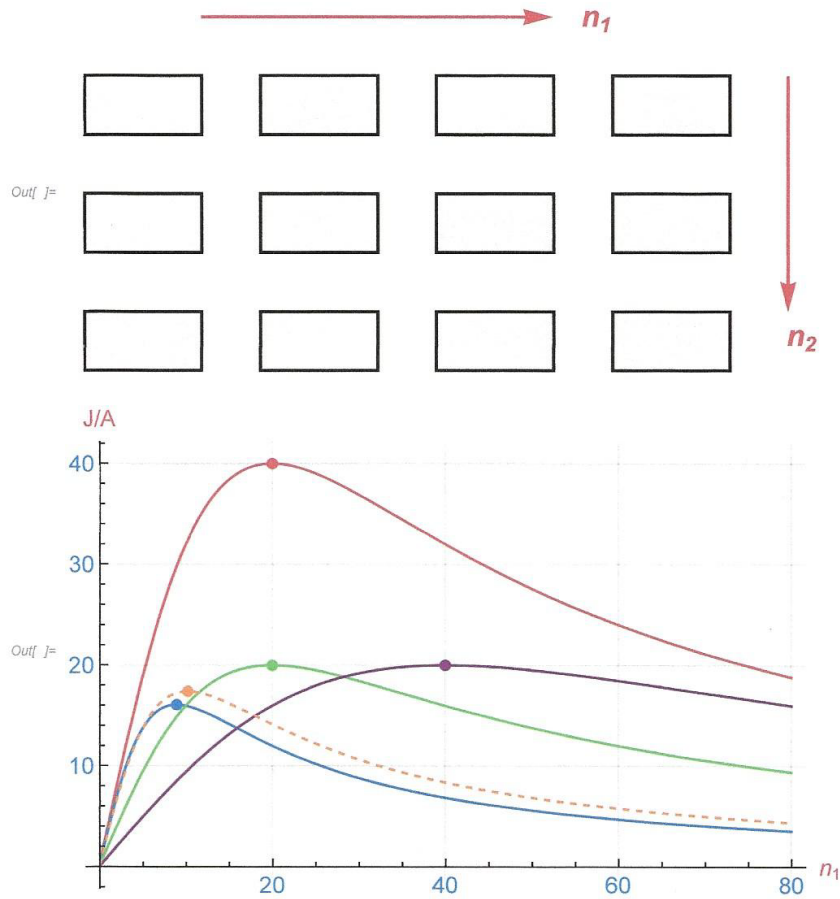
Outl j=

Alle Daten	ohne Speicher	
Stromerzeugung pro Modul pro Jahr	Nennleistung*Regionaler Energieertrag* Abweichungswert	$(0.365 \cdot 1150 \cdot 0.85) \cdot \text{kWh/a} = 356.79 \text{ kWh/a}$
Leistung der PV-Anlage	Modulanzahl*Nennleistung	$21 \cdot 0.365 \cdot \text{kWp} = 7.66 \text{ kWp}$
Anlagenertrag ⁽¹⁾	$\frac{\text{Leistung PV-Anlage}}{\text{kWp}} \cdot 1000 \text{ kWh/a}$	$7,66 \cdot 1000 \cdot \text{kWh/a} = 7660. \text{ kWh/a}$
Anlagenertrag nach Zeile 1	21*Nennleistung*Reg. Energieertrag* Abweichungswert	$(21 \cdot 0.365 \cdot 1150 \cdot 0.85) \cdot \text{kWh/a} = 7492.54 \text{ kWh/a}$
Erzeugungsfaktor	$\frac{\text{PV-Leistung}}{\text{jährl. Stromverbrauch}}$	$\frac{7492}{4000} = 1.87$
Eigenverbrauch des PV-Stroms ohne Speicher	0.34* Leistung der PV-Anlage	$0.34 \cdot 7492,55 = 2547.47 \text{ kWh/a}$
Autarkiegrad ohne Speicher	$\frac{\text{Eigenverbrauch des Solarstroms}}{\text{Gesamtverbrauch}} \cdot 100$	$\frac{2547.45 \text{ kWh/a}}{4000 \text{ kWh/a}} \cdot 100 = 63.69 \%$
Eigenverbrauchsquote ohne Speicher	$\frac{\text{Eigenverbrauch des Solarstroms}}{\text{PV-Stromproduktion}} \cdot 100$	$\frac{2547.45 \text{ kWh/a}}{7492.55 \text{ kWh/a}} \cdot 100 = 0.34\%$
Bezug vom Stromanbieter in %	$100\% - \text{Autarkiegrad} = \frac{4000 - 2547,45}{4000} \cdot 100$	36.31 %
Bezug vom Stromanbieter	jährl. Stromverbrauch - Eigenverbrauch	$4000 - 2547.47 = 1452.53 \text{ kWh/a}$
Stromüberschuss, Einspeisevergütung	Leistung PV-Anlage - Eigenverbrauch	$7492.55 - 2547,47 = 4945.08 \text{ kWh/a}$
1 kWp an Modulnennleistung kann in Deutschland	im Durchschnitt 700 $\frac{\text{kWh/a}}{\text{kWp}}$ bis 1100 $\frac{\text{kWh/a}}{\text{kWp}}$	jährlich erzeugen

Outl j=

Schaltung von Modulen

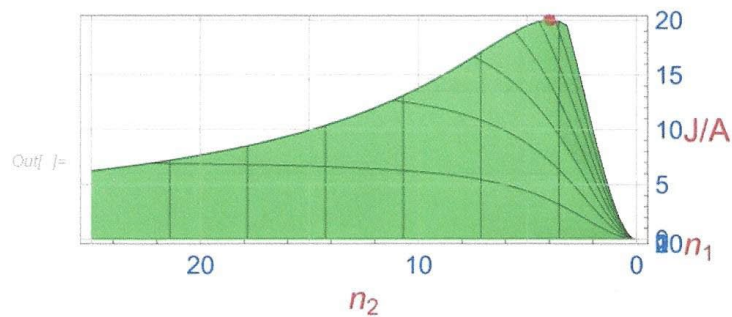
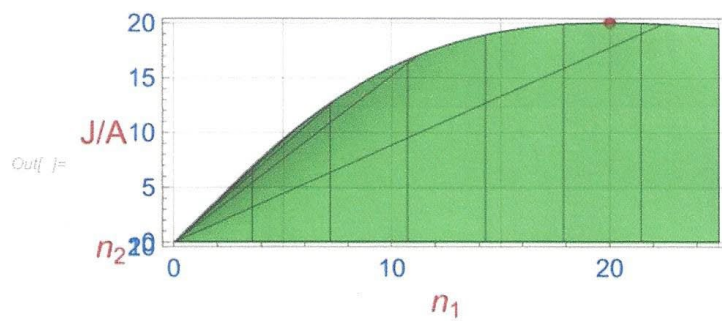
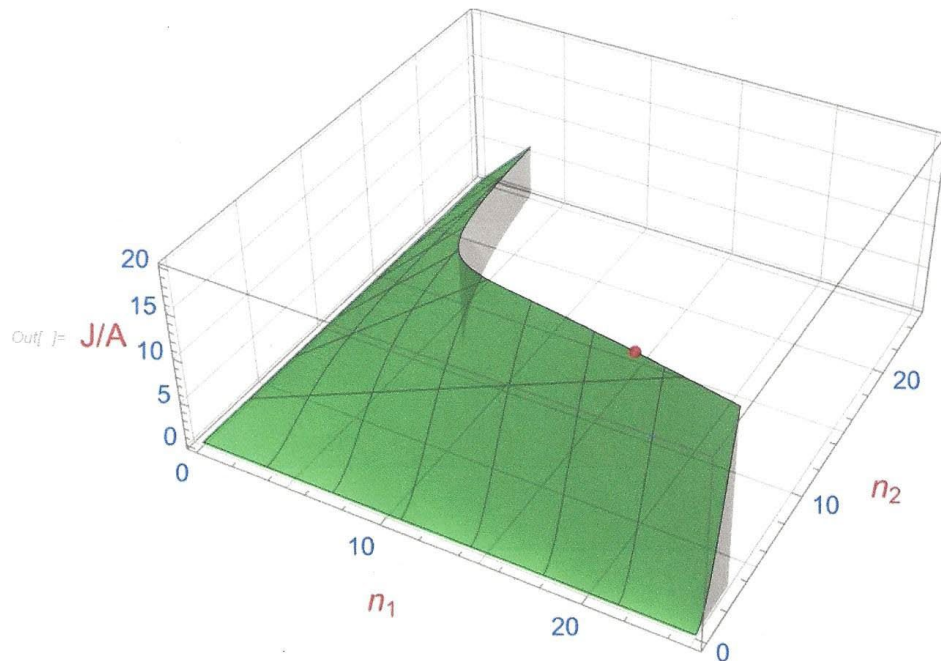
Schaltung von Modulen in Serie (n_1) und parallel (n_2), damit bei einer Klemmenspannung der Module U_0 , einem Innenwiderstand der Module R_{i0} und einem äußeren Widerstand R_a die Stromstärke J möglichst groß wird,



Outf J/TableForm=

	$n_1 \text{ max}$	$J_{\text{max}} / \text{A}$	$n_2 \text{ max}$	R_a / Ω	R_{i0} / Ω	U_0 / V	n
1	20	40	4	0.5	0.1	2	80
2	9	16	9	0.5	0.5	1.8	80
3	20	20	4	1	0.2	2	80
4	40	20	2	2	0.1	2	80
5	10	17	2	0.5	0.1	1.7	21

Maximum von $J = \frac{n_1 U_0}{R_a + \frac{n R_{i0}}{n_2^2}}$ mit $n_1 n_2 = \text{const.} = n$ (Nr.3 Tabelle)



Das Maximum ist relativ flach, dh. eine Abweichung vom Maximalwert ist nicht kritisch.