Fachschule für Technik Mühlhausen

Regenerative Energien

2009/10 Startschuss für die Zukunft

Lerninhalte

Allgemeiner Bereich

- Deutsch/Englisch
- Sozialkunde
- Berufs- und Arbeitspädagogik
- Unternehmensführung

Fachrichtungsbezogener Grundlagenbereich

- Mathematik/Physik/Chemie
- Elektrotechnik
- Informatik
- Betriebswirtschaft
- Technische Dokumentation

Lerninhalte

Fachrichtungsbezogener Anwendungsbereich

- Regenerative Energien → Projektarbeit
- Elektronik
- Bauphysik
- Steuerungs- und Regelungstechnik
- Arbeitsvorbereitung
- Messtechnik
- Planung/Entwurf
- Datenverarbeitungstechnik

Unsere Projektarbeit

- Entstand mit der Kooperation der Firma AZUR-SOLAR
- Überreichten uns 3 Projektaufgaben
  - Projekt 2F
  - Projekt 2P
  - Projekt Eigenstromnutzung

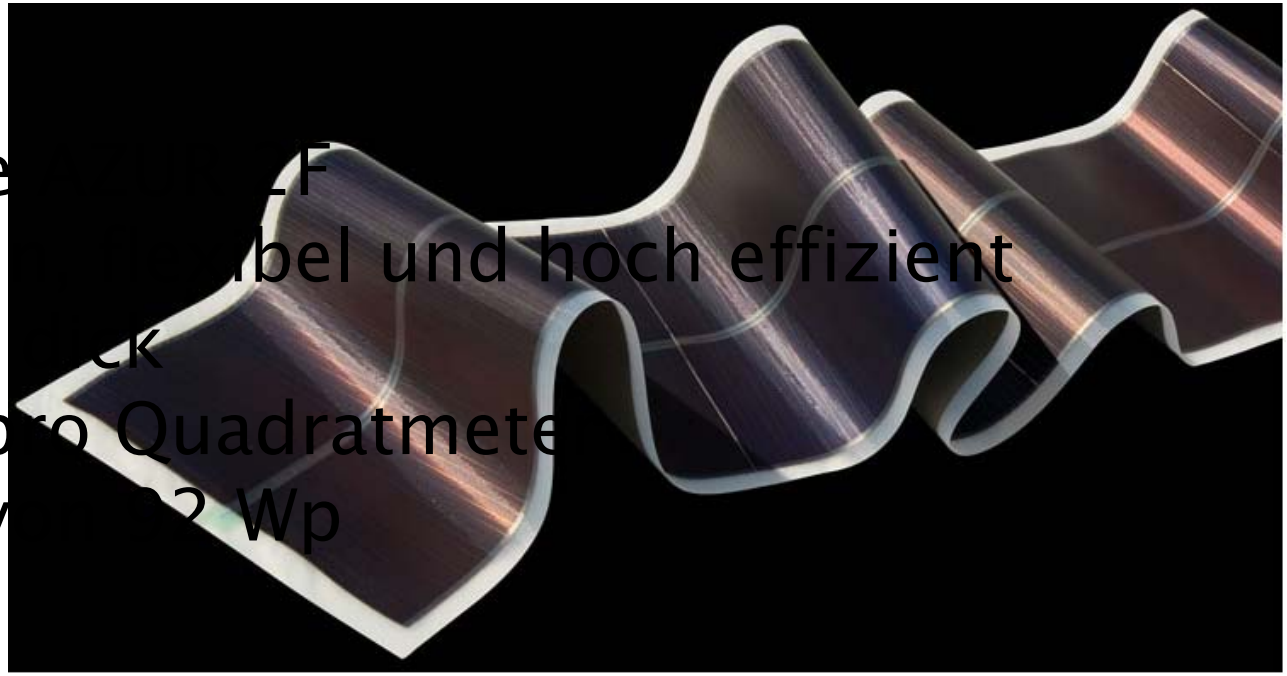
Win-Win Situation

- Fachschule für Technik:
  - Hochleistungsmessgeräte
  - Solarmodule & Wechselrichter
- AZUR-SOLAR
  - Messdaten sind wichtige Ergebnisse für die Produkte von morgen

Das Projekt 2F

- Testen einer Neuentwicklung

Powerfolie 2F
Hauchdün bel und hoch effizient
nur 1 mm ck
nur 1 kg pro Quadratmete
Leistung v 2 Wp



Das Projekt 2F

- Recherchen zum Stand der Technik
- Experimentelle Untersuchungen
- Testen der Verschmutzungseigenschaften
- Auswertung der Messergebnisse & Begründung
- Vorschläge hinsichtlich optimaler Nutzung sowie weiterer zukünftiger Anwendungsgebiete

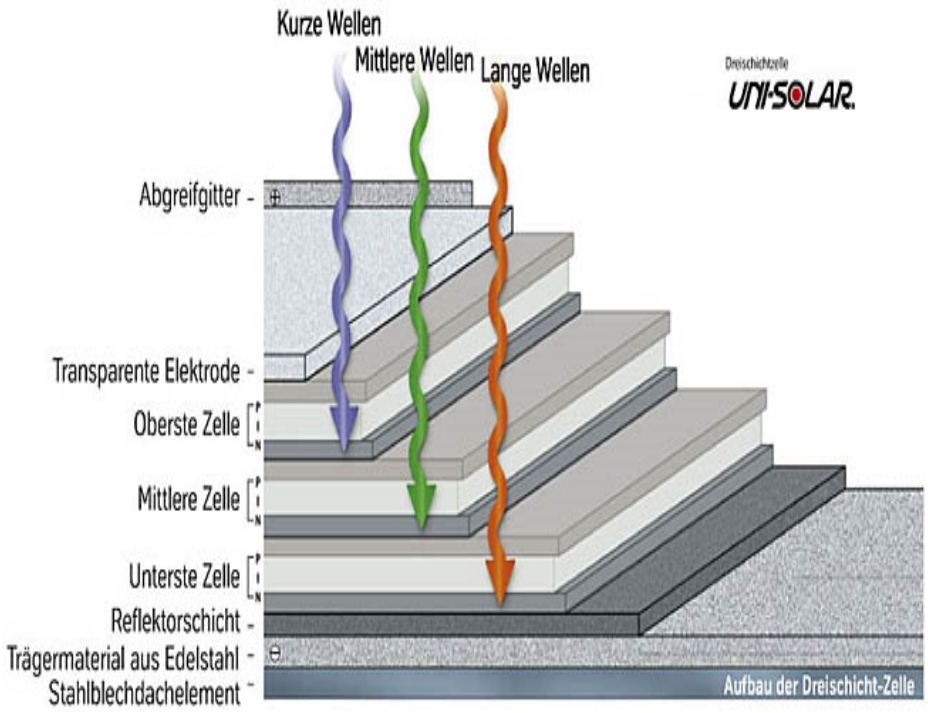
Recherchen zum Stand der Technik

- Übersicht der Hersteller von amorphen/microamorphen Solarzellen

Unternehmen	Standort	Material	Fertigungsverfahren	Fertiegungstechnologie	Stand	Wirkungsgrad	Produktionsvolumen
Uni-Solar	USA	Edelstahl	roll to roll $PEVCD_2$	Triple a-Si/ a-SiGe/ a-SiGe:H a-Si/ a-SiGe/ µc-Si:H a-Si/ µc-Si/ µc-Si:H	Produktion	ή ca. 13%	Ende 2010 ca.300 MWp
Nuon Helianthos	Niederlande	$Aluminium_1$	roll to roll PEVCD	Single / Tandem a-Si/ a-Si:H a-Si/ µc-Si:H	Pilotproduktion	ή ca. 8%	2010 ca. 90 MWp
Power Film Inc. Lowa Thin Film Technologies	USA	Polimid	roll to roll PEVCD	Tandem a-Si/ a-Si:H	Produktion	ή ca. 5%	2006 ca.1MWp
Flexcell VHF-Technologies company of Qcells	Schweiz	Polimid	roll to roll PEVCD	Single a-Si:H	Produktion	ή ca. 5%	2008/09 25 MWP
Fuji Electric	Japan	Polymer	roll to roll PEVCD	a-Si/ a-SiGe:H	Produktion	ή ca. 6%	Kap. 2009 40 MWp

UNI-SOLAR

- setzt auf Trennung des Solarspektrums
- „Triple-Junction“ Technologie



UNI-SOLAR

- 3 Schichten ⟹ großer Wirkungsgrad
- Zellherstellung geschieht im Vakuumrollbeschichtungsverfahren bei der die Zelle auf einer Edelstahlfolie abgeschieden wird
- Eingekapselt mit UV-stabilen Polymeren wie EVA oder TEFZEL® von DuPont

Nuon Helianthos

- Pilotfertigung

- Ziel Produktion flexibler Solarzellen
- Wirkungsgrad von 7.2 ± 0.4 %
  - Augenmerk

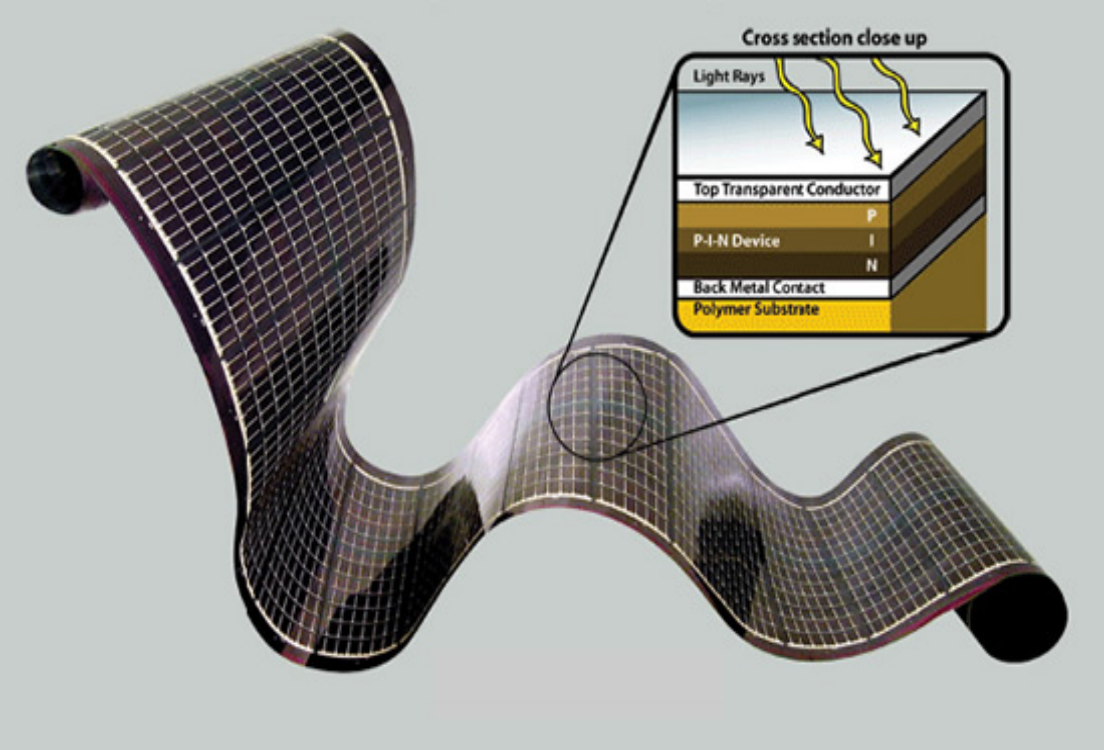
Trennung

TCO Schicht

- zwei Gründen
  - 1. hervorragende elektrische Leitfähigkeit
  - 2. diese Schicht fängt das Licht ein

PowerFilm Solar

- Flexibles Folienmodul
- monolithische
- Single & Tand
- Originalgeräte
- Grundausrüst



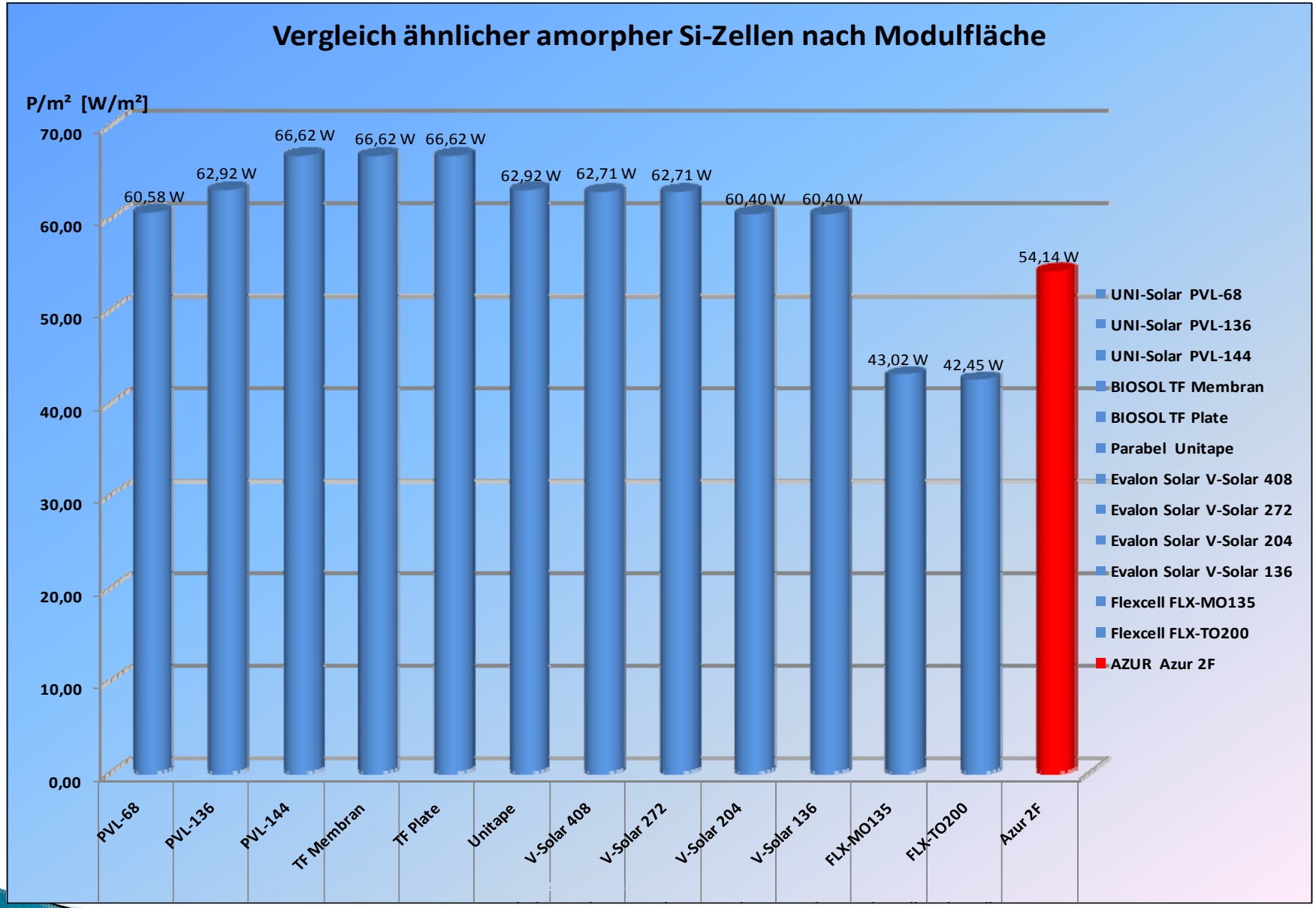
Flexcell

- monolithisch Verschalten
- Single Technologie
- beschichtet mit VHF-PECVD Verfahren

  (Very High Frequency Plasma Enhanced Chemical Vapour Deposition)
- Technologie wurde entwickelt am Institut für Mikrotechnologie der Universität Neuenburg.

Anbieter Flexibler Folienmodule

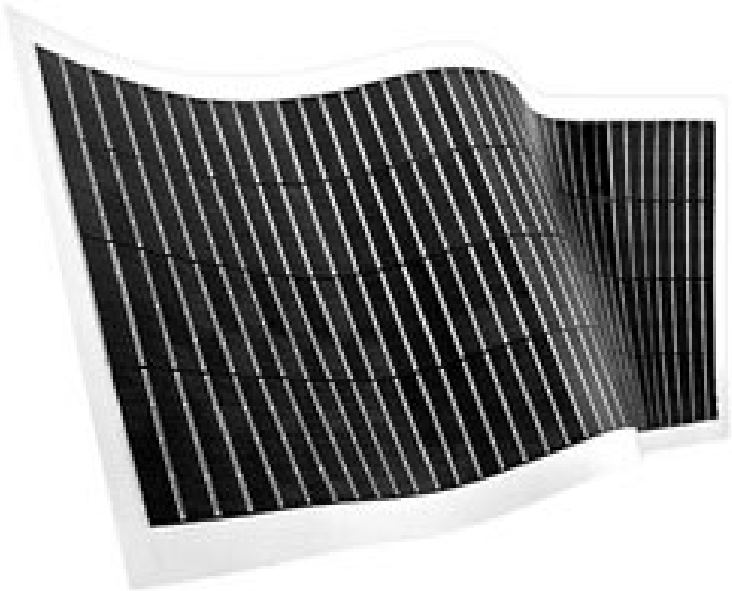
Hersteller		Modul	Zellhersteller	Montagellänge m	Montagebreite m	U(MPP) V	I(MPP) I	P(MPP) W	Modul m²	Leistung Fläche W/m²	Gewicht Kg	Gewicht Kg/m²
1	UNI-Solar	PVL-68	UNI-Solar	2,849	0,394	16,50	4,13	68,00	1,123	60,58	3,9	3,47
2	UNI-Solar	PVL-136	UNI-Solar	5,486	0,394	33,00	4,13	136,00	2,161	62,92	7,7	3,56
3	UNI-Solar	PVL-144	UNI-Solar	5,486	0,394	33,00	4,36	144,00	2,161	66,62	7,7	3,56
4	BIOSOL	TF Membran	UNI-Solar	5,900	1,050	33,00	4,36	288,00	6,195	46,49	32,0	5,17
5	BIOSOL	TF Plate	UNI-Solar	5,586	0,867	33,00	4,36	288,00	4,843	59,47	44,0	9,09
6	Parabel	Unitape	UNI-Solar	5,486	0,394	33,00	4,10	136,00	2,161	62,92	8,0	3,70
7	Evalon Solar	V-Solar 408	UNI-Solar	6,000	1,550	99,00	4,13	408,00	9,300	43,87	4,3	0,46
8	Evalon Solar	V-Solar 272	UNI-Solar	6,000	1,050	66,00	4,13	272,00	6,300	43,17	4,3	0,69
9	Evalon Solar	V-Solar 204	UNI-Solar	3,360	1,550	49,50	4,13	204,00	5,208	39,17	4,0	0,77
10	Evalon Solar	V-Solar 136	UNI-Solar	3,360	1,050	33,00	4,13	136,00	3,528	38,55	4,2	1,18
11	Flexcell	FLX-MO135	Flexcell	3,600	1,120	45,40	2,95	135,00	4,032	33,48	23,0	5,70
12	Flexcell	FLX-TO200	Flexcell	3,700	1,800	68,00	2,95	200,00	6,660	30,03	17,3	2,60
13	AZUR	Azur 2F	Fuji	3,511	0,484	319,00	0,29	92,00	1,699	54,14	1,8	1,06


Vergleich ähnlicher amorpher Si-Zellen nach Modulfläche
P/m² [W/m²]
70,00
60,00
50,00
40,00
30,00
20,00
10,00
0,00
60,58 W
62,92 W
66,62 W
66,62 W
66,62 W
62,92 W
62,71 W
62,71 W
60,40 W
60,40 W
43,02 W
42,45 W
54,14 W
PVL-68
PVL-136
PVL-144
TF Membran
TF Plate
Unitape
V-Solar 408
V-Solar 272
V-Solar 204
V-Solar 136
FLX-MO135
FLX-TO200
Azur 2F
UNI-Solar PVL-68
UNI-Solar PVL-136
UNI-Solar PVL-144
BIOSOL TF Membran
BIOSOL TF Plate
Parabel Unitape
Evalon Solar V-Solar 408
Evalon Solar V-Solar 272
Evalon Solar V-Solar 204
Evalon Solar V-Solar 136
Flexcell FLX-MO135
Flexcell FLX-TO200
AZUR Azur 2F

Unternehmen	Standort	Material	Fertiegungstechnologie	Zellart	Stand	Wirkungsgrad	Produktionsvolumen
Global Solar	USA	Edelstahl	roll to roll	CIGS	Produktion	ή ca. 13%	Ende 2007 ca. 40 MWp
Energy Miasole'	USA	Edelstahl	Koverdampfung roll to roll Kosputtern in Se- Atmosphäre	CIGS	Pilotproduktion	ή ca. 10,5%	Keine Produktion
Daystar Technologies	USA	Edelstahl	Charger roll to roll Sputter + Selenisierung	CIGS	Aufbau einer Produktion	ή ca. 10%	keine Angaben
Nanosolar	USA	Aluminium Edelstahl	Koverdampfung roll to roll Drucken (Nanopartikel Tinte)	CIGS	Pilotproduktion	ή ca. 14%	2010 430 MWp
CIS-Solartechnik GmbH & Co.Kg	Deutschland	Edelstahl	roll to roll $CuInSe_2$ Elektrodeposition	CIS	Pilotproduktion	ή ca. 11,5%	geplannt ca.30 MWp

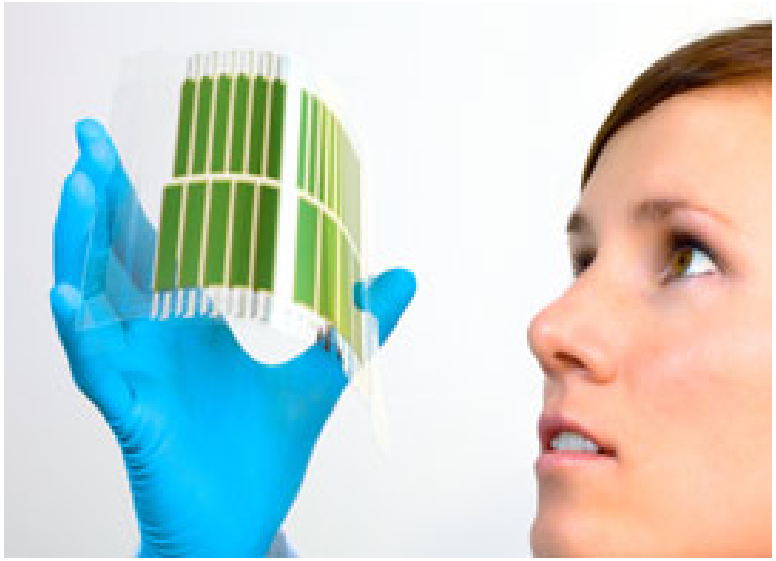
Unternehmen	Standort	Material	Fertiegungstechnologie	Zellart	Stand	Wirkungsgrad	Produktionsvolumen
Soalrion AG	Deutschland	Poyimidfolie	roll to roll Koverdampfung	CIGS	Aufbau einer Produktionslinie	ή ca. 9%	20 MWp
Ascent solar Technologies	USA	Poyimidfolie	roll to roll Koverdampfung	CIS	Produktionslinie	keine Angabe	1,5 MWp in Plannung
Flisom AG	Schweiz	Poyimidfolie	monolithisch verschaltet roll to roll Koverdampfung	CIGS	Technologietransfer mit ETH Zürich	keine Angabe	30 MWp keine Angaben
ISET	USA	Glas, Folie	Chargen Drucken (Nanopartikel Tinte)	CIGS	Labor Pilotierung	ή ca. 9- 13%	2007 ca. 3 MWp
Scheuten	Niederlande	Glaskügelchen auf Folie	Mo sputtern metallische Precursor Dampfen	CIS	Pilotproduktion	ή ca. 5%	2006 ca. 10 MWp
Jack Greenpower	Deutschland	Glaskügelchen auf Folie	keine Angaben	eine Angab	Produktionslinie	ή ca. 5%	keine Angaben
Heliatek	Deutschland	Polyimidfolie	roll to roll	organisch	Pilotproduktion	ή ca. 7,7%	keine Angaben

Zukunftsmusik



- **Solarion AG** (CIGS)
- Spitzen-Wirkungsgrad von 13,4%
- Bestätigt durch Fraunhofer Institut
- Planung einer Produktionskapazität ≥ 20 MW
- Hierfür werden noch Partner gesucht.

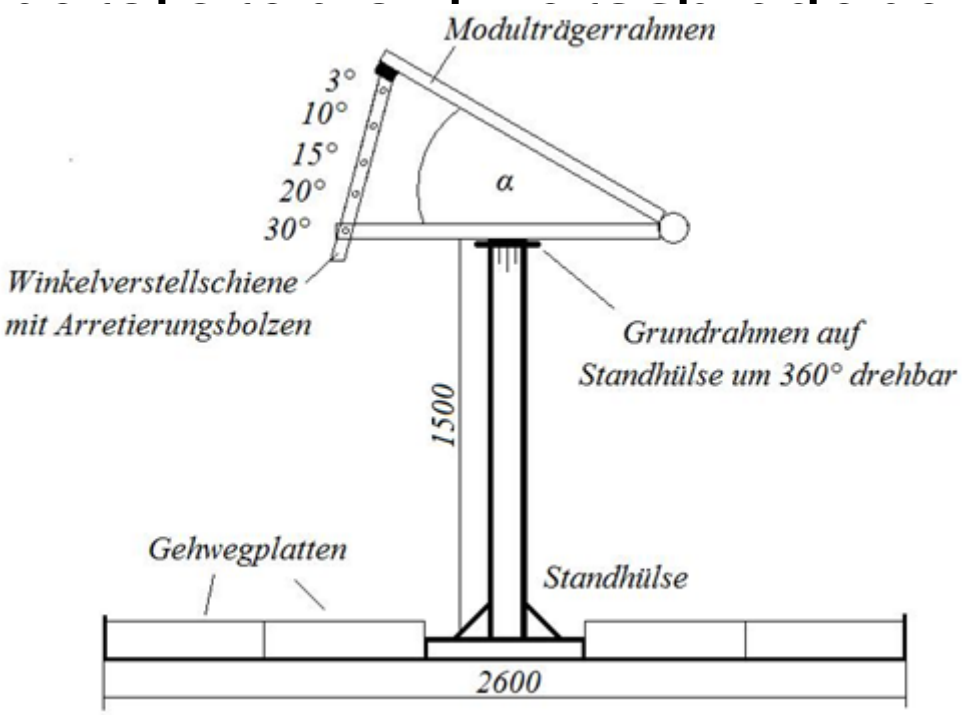
Zukunftsmusik



- **Heliatek GmbH**
- organischer Solarzellen
- äußerst effiziente, flexible und sehr leichte
- 500 Gramm pro Quadratmeter
- Wirkungsgrad von 7,7%
- Bestätigt durch Fraunhofer Institut
- Produktionskosten unter **1 €/Wp**

Das Projekt 2F
Experimentelle Untersuchungen

- Entwicklung eines Versuchsaufbau zur Ermittlung und Vergleich der Erträge der PV-G[illegible] Dachf[illegible] Neigungen und A[illegible]



Der Aufbau des Sonnensegels

- 20 Folien zum Langzeittest mit einer neuartigen Beschichtung
- Ausrichtung nach Süden mit 3° Anstellwinkel
- Erfassen von Einspeise-Daten

Erfassen der Messdaten

- Hochleistungsmessgerät PVPM 1000C
- in der Lage in kürzester Zeit Strom-Spannungs-Kennlinie zu erfassen

Datum		Messbeginn/Messende			Wetter												
18.03.2010		14:48 15:12 Uhr			sonnig												
Azimut	Winkel	Flach	T mod	E eff		Uoc	Ipmax		Pmax	Isc 0		Ipmax0	Upmax0		Fill factor	Rs	Rp
		Welle	°C	W/m2	Isc	V	A	Upmax	W	A	Uoc 0	A	V	Ppk	%	Ohm	Ohm
0°	3°	Flach	27,31	513,48	0,20	409,97	0,16	312,56	49,76	0,39	560,76	0,31	427,52	132,55	60,65	1112,70	59916,41
0°	3°	Welle	27,32	509,47	0,08	390,97	0,05	220,79	10,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,52	0,00	99999,99
0°	10°	Flach	27,12	558,77	0,21	411,33	0,17	311,17	52,04	0,38	545,92	0,30	413,00	123,62	59,56	1129,90	56711,01
0°	10°	Welle	27,15	545,27	0,08	393,08	0,05	227,38	10,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32,61	0,00	99999,99
0°	15°	Flach	27,13	581,83	0,22	411,33	0,18	304,84	55,48	0,38	484,66	0,31	359,19	112,36	60,45	859,65	69754,45
0°	15°	Welle	27,20	575,02	0,09	395,89	0,05	248,09	12,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32,40	0,00	99999,99
0°	20°	Flach	27,35	604,86	0,23	410,47	0,18	307,28	55,83	0,38	518,52	0,30	388,17	116,61	58,88	1021,55	57259,11
0°	20°	Welle	27,62	605,44	0,10	396,92	0,05	239,48	12,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31,04	0,00	99999,99
0°	30°	Flach	27,88	654,16	0,24	411,06	0,20	306,20	59,76	0,37	487,93	0,30	363,46	108,44	59,50	981,50	44729,66
0°	30°	Welle	28,03	647,42	0,11	397,94	0,05	252,32	13,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31,41	0,00	99999,99
45°	3°	Flach	28,37	449,42	0,18	401,48	0,14	307,59	42,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	59,82	0,00	99999,99
45°	3°	Welle	28,16	442,68	0,14	401,01	0,10	308,52	30,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	55,75	0,00	99999,99
45°	10°	Flach	28,04	522,54	0,20	406,96	0,16	305,84	49,25	0,39	537,59	0,31	404,00	124,51	59,86	1153,36	55184,54
45°	10°	Welle	28,12	518,24	0,16	404,98	0,11	308,73	34,60	0,30	702,92	0,22	535,87	115,89	54,42	1377,70	122862,63
45°	15°	Flach	28,28	562,95	0,21	408,98	0,17	312,66	52,50	0,38	556,70	0,30	425,59	126,94	59,93	1079,73	60413,13
45°	15°	Welle	28,35	557,36	0,16	407,06	0,12	306,77	37,32	0,30	616,28	0,22	464,43	101,36	55,55	1493,82	90505,97
45°	20°	Flach	28,39	598,39	0,22	409,91	0,18	311,06	55,12	0,37	527,29	0,30	400,13	118,49	59,99	1040,02	53525,33
45°	20°	Welle	28,36	602,67	0,17	408,98	0,13	299,11	39,81	0,29	524,26	0,22	383,42	84,67	56,08	1627,98	57627,33
45°	30°	Flach	28,53	697,53	0,26	412,32	0,20	306,38	62,56	0,37	483,99	0,29	359,64	105,27	58,76	989,34	41203,69
45°	30°	Welle	28,75	675,96	0,19	410,70	0,14	318,41	44,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	55,63	0,00	99999,99
90°	3°	Flach	28,60	430,10	0,16	399,99	0,13	298,09	38,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,19	0,00	99999,99
90°	3°	Welle	28,40	429,54	0,07	388,79	0,04	218,88	8,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32,17	0,00	99999,99
90°	10°	Flach	28,32	488,51	0,18	404,55	0,14	300,03	43,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,08	0,00	99999,99
90°	10°	Welle	28,26	487,14	0,08	393,81	0,04	243,31	10,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32,52	0,00	99999,99
90°	15°	Flach	28,26	517,38	0,19	406,47	0,15	307,78	45,87	0,36	548,32	0,29	415,19	119,60	60,25	1212,30	61486,28
90°	15°	Welle	28,16	515,12	0,09	395,66	0,05	248,40	11,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32,58	0,00	99999,99
90°	20°	Flach	28,14	581,50	0,21	409,64	0,17	304,64	51,14	0,36	496,62	0,29	369,33	106,62	60,05	1035,56	61708,43
90°	20°	Welle	28,20	591,03	0,11	402,04	0,05	278,80	14,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	34,52	0,00	99999,99
90°	30°	Flach	28,27	645,92	0,23	411,13	0,18	308,99	56,81	0,36	503,38	0,28	378,33	107,68	59,50	1004,74	54497,20
90°	30°	Welle	28,36	621,48	0,12	402,77	0,06	262,15	16,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36,30	0,00	99999,99
135°	3°	Flach	28,04	419,52	0,15	401,35	0,12	302,40	36,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	61,08	0,00	99999,99
135°	3°	Welle	28,03	427,80	0,04	379,93	0,03	207,92	5,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31,98	0,00	99999,99
135°	10°	Flach	27,92	443,63	0,16	402,90	0,12	307,51	37,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	59,39	0,00	99999,99
135°	10°	Welle	27,91	444,42	0,05	381,75	0,02	211,43	5,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29,70	0,00	99999,99
135°	15°	Flach	27,87	438,57	0,16	402,50	0,12	302,19	37,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	59,40	0,00	99999,99
135°	15°	Welle	27,88	437,24	0,05	382,24	0,03	181,87	5,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32,92	0,00	99999,99
135°	20°	Flach	27,82	437,25	0,15	403,03	0,12	310,52	37,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	59,19	0,00	99999,99
135°	20°	Welle	27,78	433,75	0,05	382,70	0,03	214,65	5,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,70	0,00	99999,99
135°	30°	Flach	27,68	417,94	0,15	402,30	0,11	309,49	35,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	59,78	0,00	99999,99
135°	30°	Welle	27,53	408,86	0,05	382,37	0,04	186,00	6,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36,72	0,00	99999,99

Datenauswertungsmodul

- In zusammen Arbeit mit Herrn Schollmeyer
- Entwickelten wir ein Programm
- Vergleich von verschieden Varianten

Solarpanele

Beenden

Datenauswahl | Diagramm | Daten importieren | Daten exportieren

Preselektion

Paneltyp	Flach	Flach
Azimut [°]	0	0
Winkel [°]	3	3
Uhrzeit	09:00	12:00
	von	bis
Jahr	2010	2010
Monat	Feb	Mrz
Tag	1	28

Ausführen

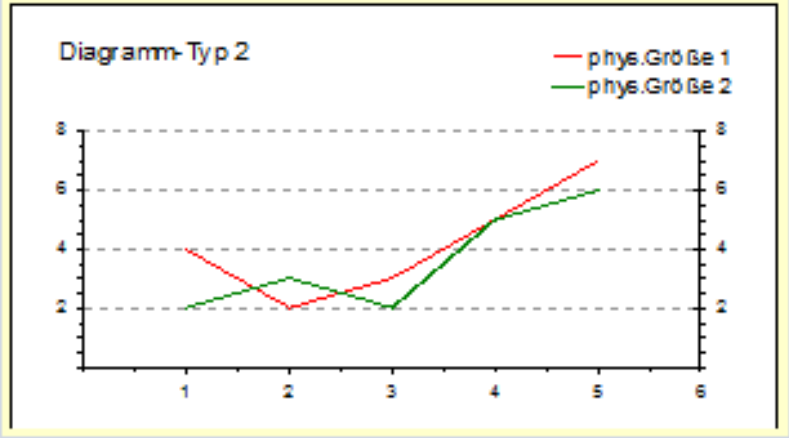
Diagramm

Typ: Linie

2.Y-Achse ☑

Eeff

Pmax



Tage

Vergleich von Messdaten

- Folgende Punkte zeigt verschiedene Vergleich der Folie
- In Diagrammen, Tabellen Beispielrechnungen

Schwachlichtverhalten der Folie 2F

- Bei einer Einstrahlung von 672,44 W/m² erreichte die Folie eine Leistung von 68,47 W

Wirkungsgrad $\dot{\eta}$ = <u>5,99%</u>

- Bei einer Einstrahlung von 1054,14 W/m² erreichte die Folie eine Leistung von 95,26 W

Wirkungsgrad $\dot{\eta}$ = <u>5,32%</u>

Schwachlichtverhalten der Folie 2F

- Geringer Einstrahlung $= \dot{\eta} \Uparrow$
- Hohe Einstrahlung $= \dot{\eta} \Downarrow$
- Erklärung:
  - positive Eigenschaft des amorphen Siliziums
    dieses weist eine höhere Absorptionfähigkeit bei diffusem Licht auf

Flach zu Welle

- gegen12 Uhr höchster Sonnenstand

- Messwerte 22.02.2010
  - U_{Pmax}= 310,27 V
  - I_{Pmax}=0,22 A
  - P_{max}= 68,47 W

$\dot{\eta}$ = <u>5,99%</u>

- Messwerte 22.02.2010
  - U_{Pmax}= 322,37 V
  - I_{Pmax}=0,145 A
  - P_{max}= 46,77 W

$\dot{\eta}$ = <u>4,38%</u>

Flach | **Welle**

Vergleich Flach zu Welle

- Vergleich der momentan Werte
  - $P_{flach} = 68{,}47$ W
  - $P_{welle} = 46{,}77$ W

Differenz = 21,7W → 31,69%

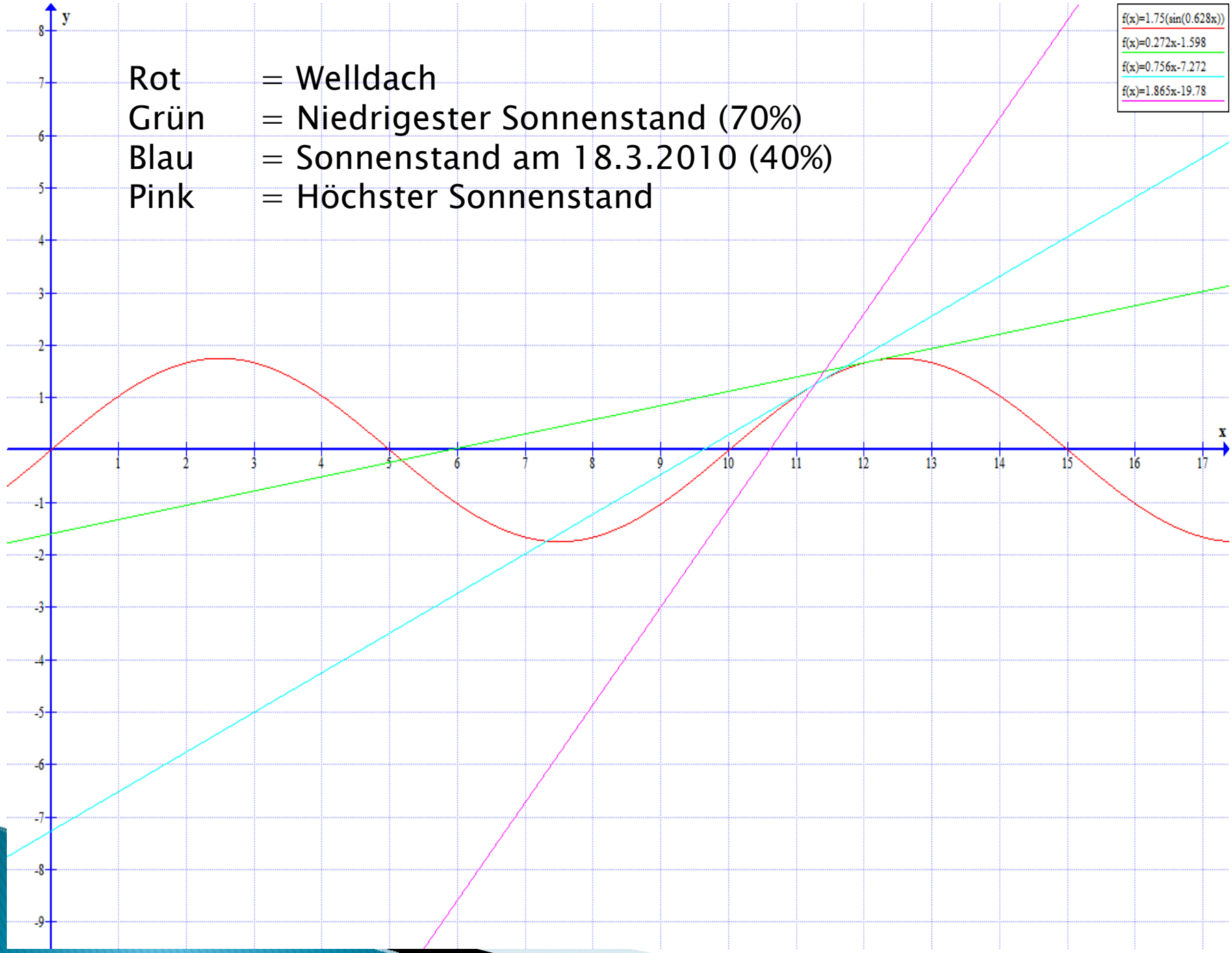
- Erklärung:
  - Sonneneinfall möglichst rechtwinklig
  - Auf welligen Untergrund selten gegeben

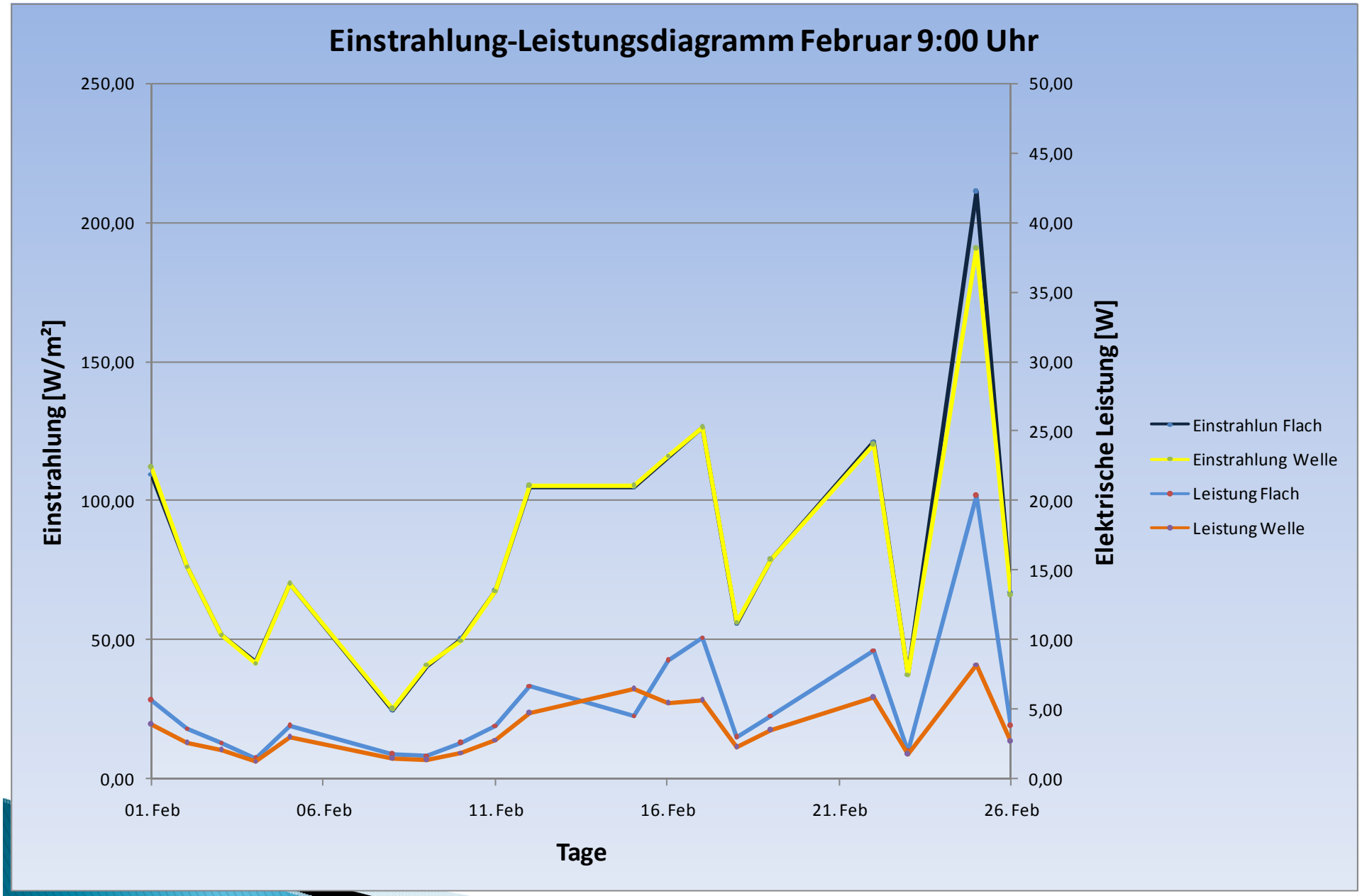
Vergleich Flach zu Welle

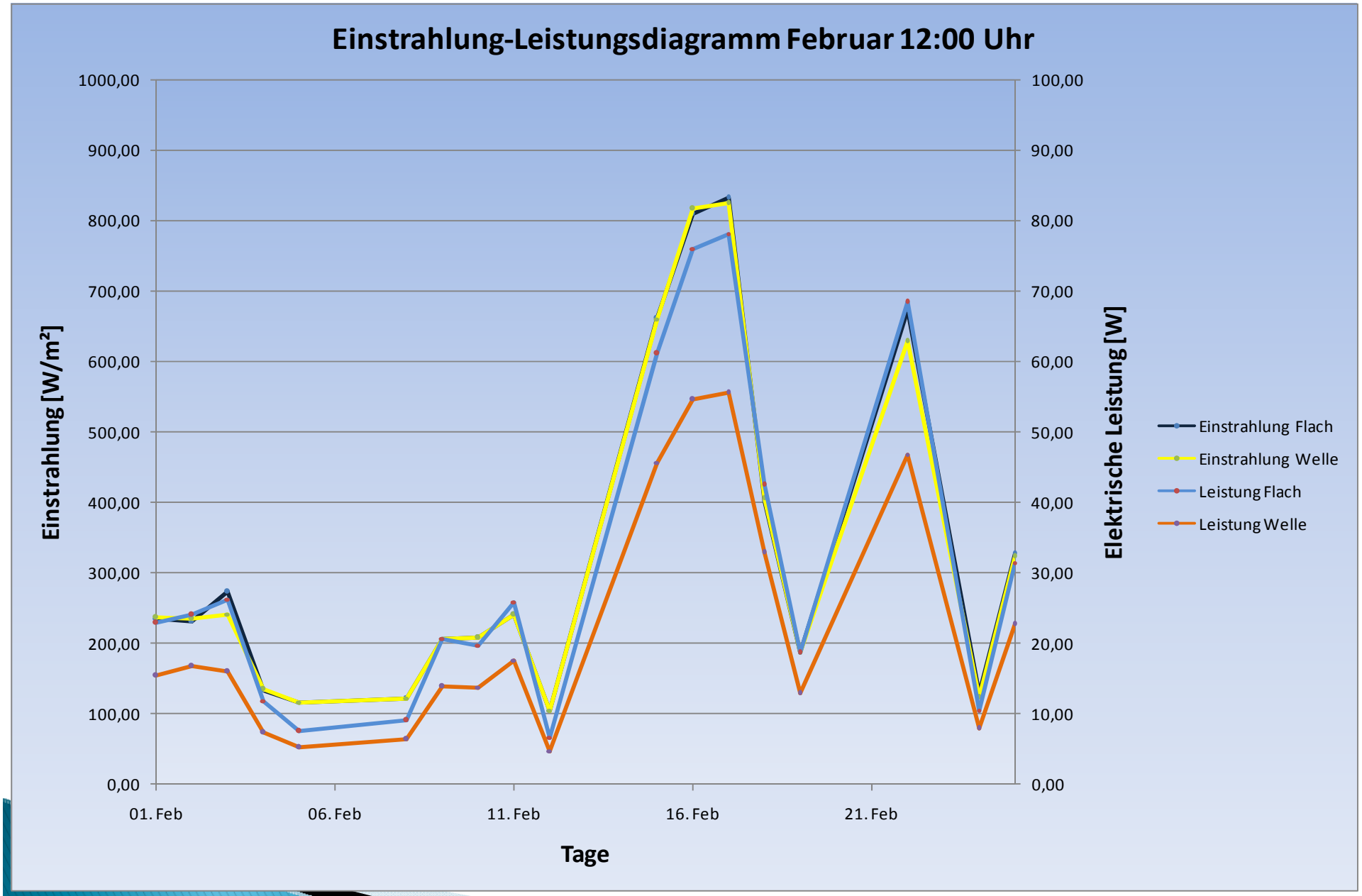
- Bei gleich guten Vorau
- Bei möglichst geringer Welle
- Entsteht ein Verlust vo

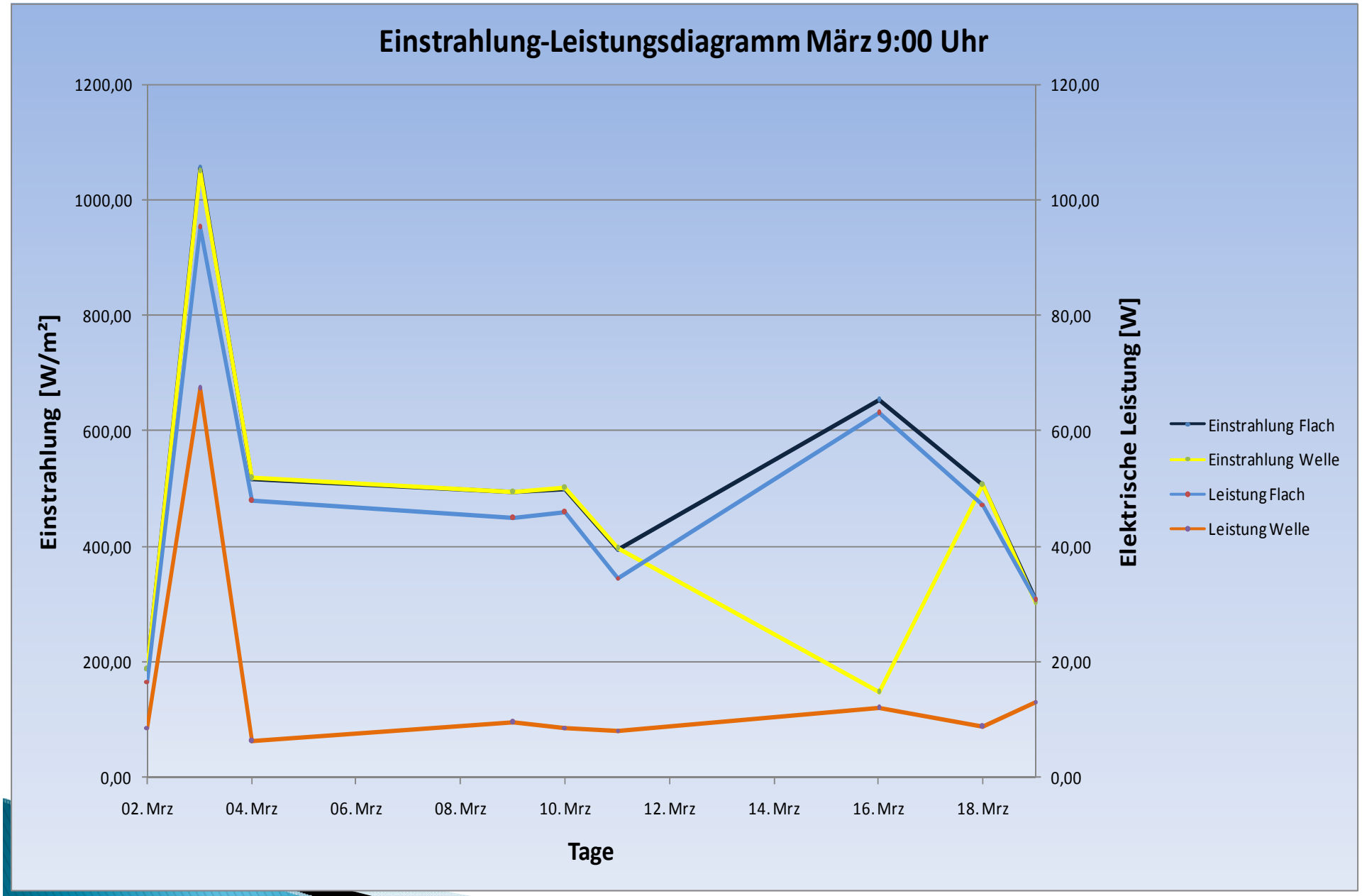
Zu erwartende Verluste

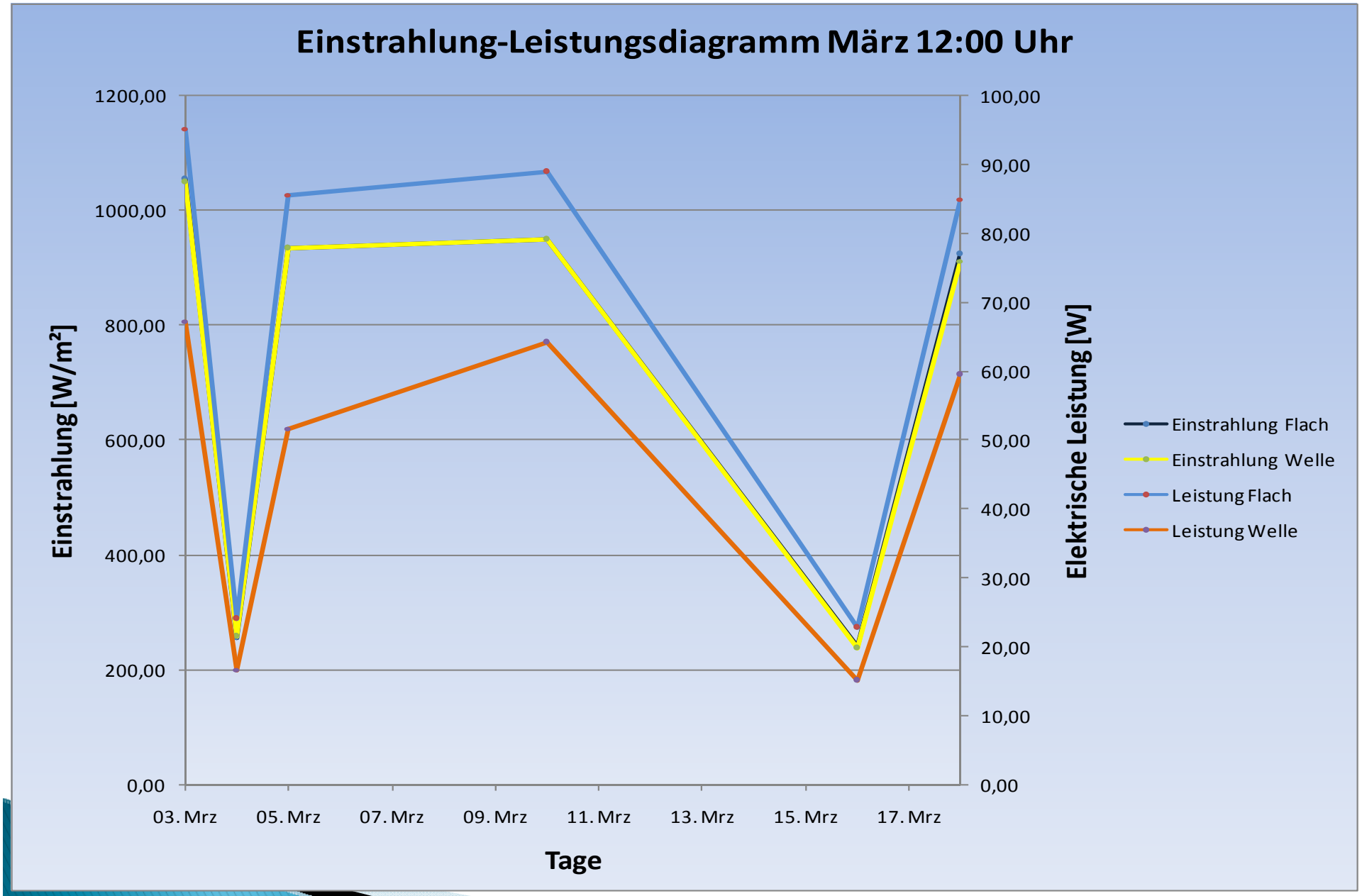
Datum		Messbeginn/Messende				Wetter		ΔP		ΔP	
18.03.2010		12:46 12:59Uhr				sonnig		Untergrund		Azimute	
Azimut	Winkel		E eff	Ipmax		Pmax	η	ΔP	ΔP	ΔP	ΔP
		Flach Welle	W/m2	A	Upmax	W	%	W	%	W	%
0°	3°	Flach	629,901	0,197	311,942	61,36	5,73			23,609	27,785
0°	3°	Welle	631,396	0,125	321,553	40,167	3,742	21,194	34,54	19,285	32,439
0°	10°	Flach	721,89	0,221	309,861	68,508	5,582			16,461	19,373
0°	10°	Welle	720,67	0,146	322,273	47,087	3,843	21,421	31,268	12,365	20,798
0°	15°	Flach	775,795	0,232	312,312	72,49	5,496			12,48	14,687
0°	15°	Welle	780,277	0,163	319,101	52,028	3,922	20,462	28,227	7,424	12,487
0°	20°	Flach	848,718	0,257	308,1	79,197	5,489			5,773	6,794
0°	20°	Welle	847,516	0,175	318,041	55,735	3,868	23,461	29,624	3,717	6,251
0°	30°	Flach	923,186	0,278	305,797	84,969	5,414			0	0
0°	30°	Welle	912,509	0,183	324,501	59,452	3,832	25,517	30,031	0	0
90°	3°	Flach	602,491	0,185	306,713	56,619	5,528			28,35	33,365
90°	3°	Welle	595,142	0,043	220,948	9,469	0,936	47,15	83,276	49,983	84,073
90°	10°	Flach	594,93	0,18	307,5	55,446	5,482			29,523	34,745
90°	10°	Welle	598,747	0,041	222,377	9,197	0,904	46,249	83,412	50,255	84,53
90°	15°	Flach	601,081	0,181	310,12	56,195	5,499			28,775	33,865
90°	15°	Welle	602,958	0,041	217,656	8,904	0,869	47,291	84,155	50,548	85,023
90°	20°	Flach	592,119	0,18	306,915	55,326	5,496			29,643	34,887
90°	20°	Welle	598,065	0,043	201,921	8,647	0,851	46,679	84,37	50,805	85,455
90°	30°	Flach	585,877	0,177	307,675	54,46	5,468			30,509	35,906
90°	30°	Welle	579,571	0,039	214,356	8,398	0,852	46,062	84,58	51,054	85,875
180°	3°	Flach	552,842	0,169	308,048	52,19	5,553			32,779	38,578
180°	3°	Welle	554,284	0,096	320,891	30,897	3,279	21,293	40,799	28,555	48,03
180°	10°	Flach	449,155	0,138	310,445	42,938	5,623			42,031	49,467
180°	10°	Welle	449,918	0,083	312,796	26,065	3,408	16,873	39,296	33,387	56,158
180°	15°	Flach	378,142	0,116	311,922	36,186	5,629			48,783	57,413
180°	15°	Welle	378,487	0,061	308,459	18,942	2,944	17,244	47,654	40,51	68,139
180°	20°	Flach	306,222	0,098	304,999	29,742	5,713			55,228	64,997
180°	20°	Welle	304,896	0,054	269,664	14,486	2,795	15,256	51,295	44,966	75,635
180°	30°	Flach	165,043	0,059	261,765	15,363	5,475			69,606	81,92
180°	30°	Welle	163,652	0,027	219,112	6,022	2,165	9,341	60,801	53,43	89,871
-90°	3°	Flach	602,502	0,178	314,496	56,008	5,468			28,961	34,084
-90°	3°	Welle	604,27	0,038	213,883	8,141	0,793	47,867	85,464	51,311	86,306
-90°	10°	Flach	571,751	0,168	311,728	52,219	5,372			32,75	38,544
-90°	10°	Welle	573,125	0,038	189,262	7,273	0,747	44,945	86,071	52,179	87,766
-90°	15°	Flach	533,235	0,156	313,123	48,877	5,392			36,092	42,476
-90°	15°	Welle	532,589	0,038	204,71	7,843	0,866	41,034	83,953	51,609	86,808
-90°	20°	Flach	504,207	0,147	313,558	46,014	5,368			38,955	45,846
-90°	20°	Welle	504,365	0,033	199,991	6,612	0,771	39,402	85,63	52,84	88,878
-90°	30°	Flach	425,405	0,128	307,241	39,205	5,421			45,764	53,86
-90°	30°	Welle	424,778	0,037	156,964	5,823	0,806	33,382	85,147	53,629	90,205


Rot = Welldach
Grün = Niedrigester Sonnenstand (70%)
Blau = Sonnenstand am 18.3.2010 (40%)
Pink = Höchster Sonnenstand
f(x)=1.75(sin(0.628x))
f(x)=0.272x-1.598
f(x)=0.756x-7.272
f(x)=1.865x-19.78
y
x


Einstrahlung-Leistungsdiagramm Februar 9:00 Uhr
250,00
200,00
150,00
100,00
50,00
0,00
Einstrahlung [W/m²]
50,00
45,00
40,00
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
Elektrische Leistung [W]
01. Feb
06. Feb
11. Feb
16. Feb
21. Feb
26. Feb
Tage
Einstrahlun Flach
Einstrahlung Welle
Leistung Flach
Leistung Welle


Einstrahlung-Leistungsdiagramm Februar 12:00 Uhr
Einstrahlung [W/m²]
Elektrische Leistung [W]
1000,00
900,00
800,00
700,00
600,00
500,00
400,00
300,00
200,00
100,00
0,00
100,00
90,00
80,00
70,00
60,00
50,00
40,00
30,00
20,00
10,00
0,00
01. Feb
06. Feb
11. Feb
16. Feb
21. Feb
Tage
Einstrahlung Flach
Einstrahlung Welle
Leistung Flach
Leistung Welle


Einstrahlung-Leistungsdiagramm März 9:00 Uhr
1200,00
1000,00
800,00
600,00
400,00
200,00
0,00
120,00
100,00
80,00
60,00
40,00
20,00
0,00
Einstrahlung [W/m²]
Elektrische Leistung [W]
02. Mrz
04. Mrz
06. Mrz
08. Mrz
10. Mrz
12. Mrz
14. Mrz
16. Mrz
18. Mrz
Tage
Einstrahlung Flach
Einstrahlung Welle
Leistung Flach
Leistung Welle


Einstrahlung-Leistungsdiagramm März 12:00 Uhr
1200,00
1000,00
800,00
600,00
400,00
200,00
0,00
Einstrahlung [W/m²]
100,00
90,00
80,00
70,00
60,00
50,00
40,00
30,00
20,00
10,00
0,00
Elektrische Leistung [W]
03. Mrz
05. Mrz
07. Mrz
09. Mrz
11. Mrz
13. Mrz
15. Mrz
17. Mrz
Tage
Einstrahlung Flach
Einstrahlung Welle
Leistung Flach
Leistung Welle

Zusammenfassung

- Montage auf Welle unattraktiv
- Montage der Folie auf Flachdächern $\beta \leq 5°$
  - Ausrichtung das Gebäude unwesentlich
  - Verluste ca. 33 % zu optimaler Ausrichtung
  - Durch geringe Neigung eine größere Verschmutzung zu erwarten
- Empfehlung regelmäßigen Reinigungszyklus

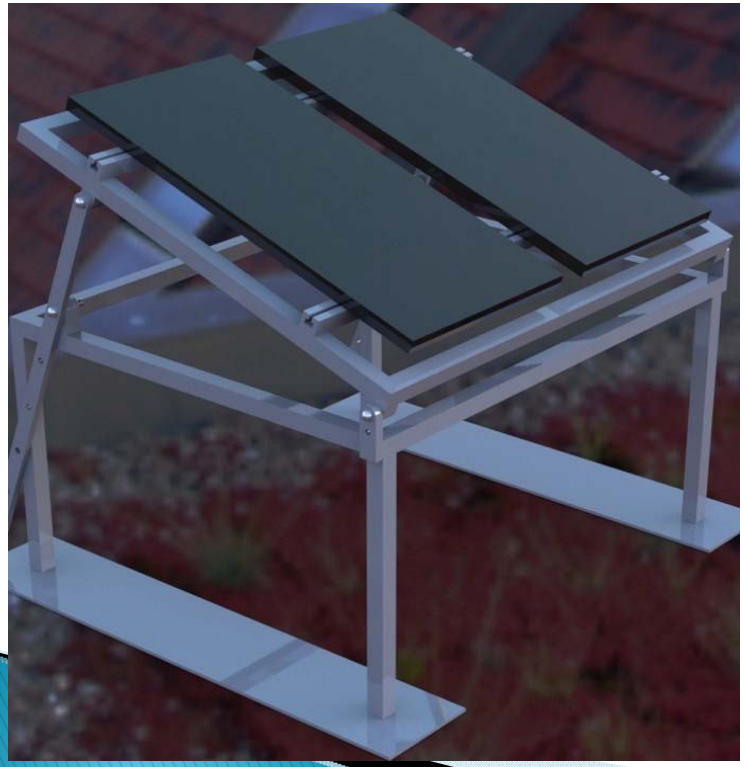
Langfristig gesehen empfohlen wir

- Verbesserung der Effizienz
  - Dritten Siliziumschicht

- Neue Technologien
  - Wie CIS, CIGS oder Organische Zellen
  - Höhere Wirtschaftlichkeit
  - Geringe Produktionskosten

Das Projekt 2P
Experimenteller Aufbau

- Ziel ist es einen direkten Vergleich der beschichteten (2P) Module und den unbeschichteten Modulen herzustellen



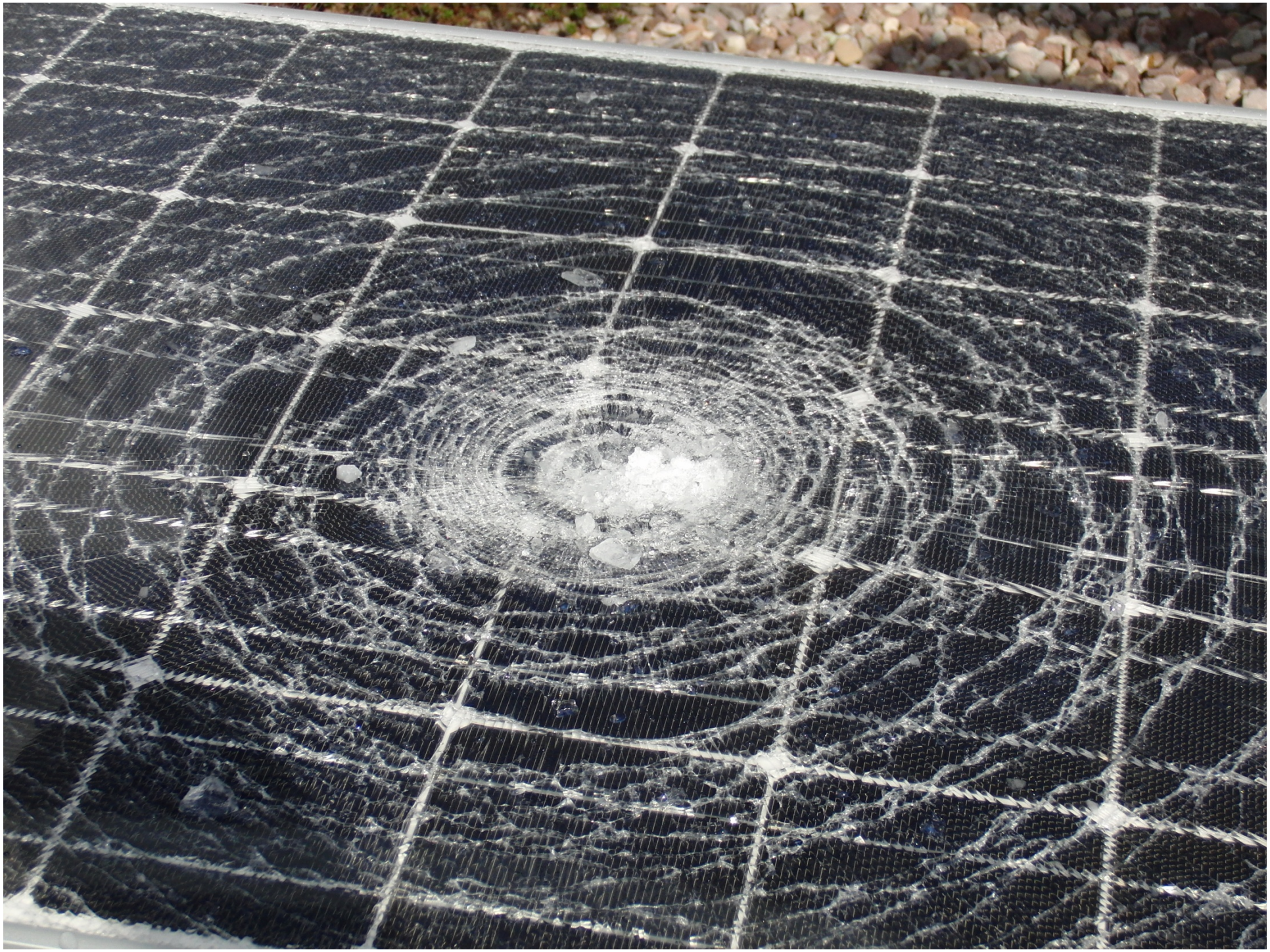
Das Projekt 2P

- Aufbau der Versuchsanlagen

Das Projekt 2P

Ziel des Versuchsaufbaus

Nachweis:
- verringerter Degradation bei Solarmodulen
- höher Widerstandsgrad gegen äußere Umwelteinflüsse
- Selbstreinigung
- Schlagfestigkeit



3. Projekt

„Optimierung des Energiehaushaltes von Schulen unter Berücksichtigung von selbst erzeugten Strom“

- Ermittlung des Energieverbrauchs von dem Gebäude B
- Energieverbraucher nach Bezug ermitteln (Tagesverlauf)
- Ermittlung des Anteiles an Eigenstromnutzung von der auf dem Schulgebäude installierten optimal ausgerichteten PV-Anlage

- Theoretische Optimierungsmöglichkeiten Eigenstromnutzung erarbeiten
- Umsetzung von einzelnen Optimierungsverfahren und Untersuchung des Einflusses auf die Nutzung von selbst genutzten Stromes
- Berechnung prozentualer Anteil maximal möglicher Eigenstromnutzung
- Berechnung Größe PV-Anlage um Energiebedarf vom Schulgebäude zu Decken

3. Projekt
„Optimierung des Energiehaushaltes von Schulen unter Berücksichtigung von selbst erzeugten Strom“

- Ziel:
  - Der Schule Möglichkeiten aufzeigen, eines ihrer Gebäude mit dem erzeugtem Eigenstrom der Photovoltaik Anlage ohne zusätzlicher Stromentnahme aus dem öffentlichen Netz, zu betreiben.

Projekt der Klasse ET08V RE

- Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit