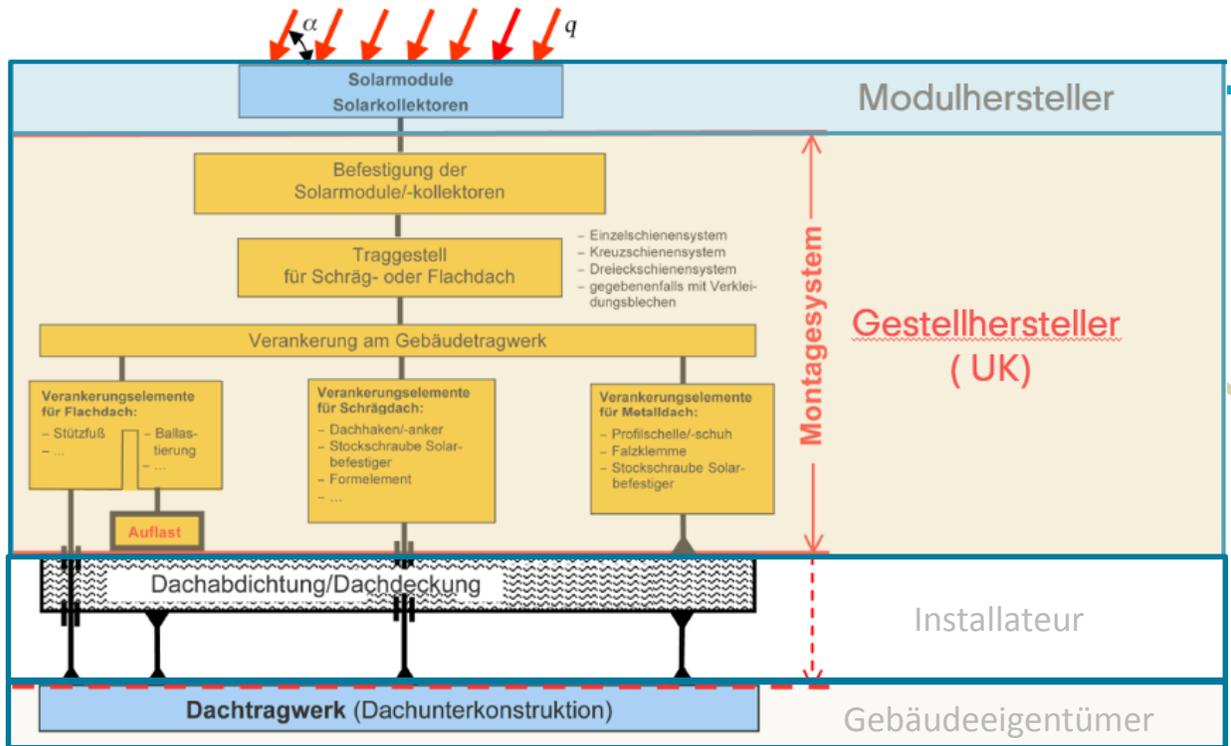


FLACHDACHSYSTEME: 2 KOMPONENTEN IN EINEM SYSTEM

Matthias Goldbach | Webinar | 17.12.2020



Separate Betrachtung von Modulen und Montagegestell erfolgt meist ohne Berücksichtigung der Wechselwirkung



Spezifikationen

MODULTYP	MONTAGE-VARIANTE	KLEMMBEREICH* [MM]	TESTLAST DRUCK / ZUG** [PA]	PLANUNGSLAST DRUCK / ZUG** [PA]	SICHERHEITS-FAKTOR
Q.PEAK DUO-G7.X Q.PEAK DUO BLK-G7.X	CL1 / CL3	250 - 450	5400/4000	3600/2670	1.5
	FB1 / FB2	352,5			
	IP1	-	2400/2400	1600/1600	
	CL1	0 - 250 450 - 550			
	CL2a (mit Schienen) / CL2b (ohne Schienen)	0 - 300			
	CL4	0 - 300	4000/4000	2670/2670	
	CL5	Kurze Seite: 0 - 250 Lange Seite: 300 - 450			

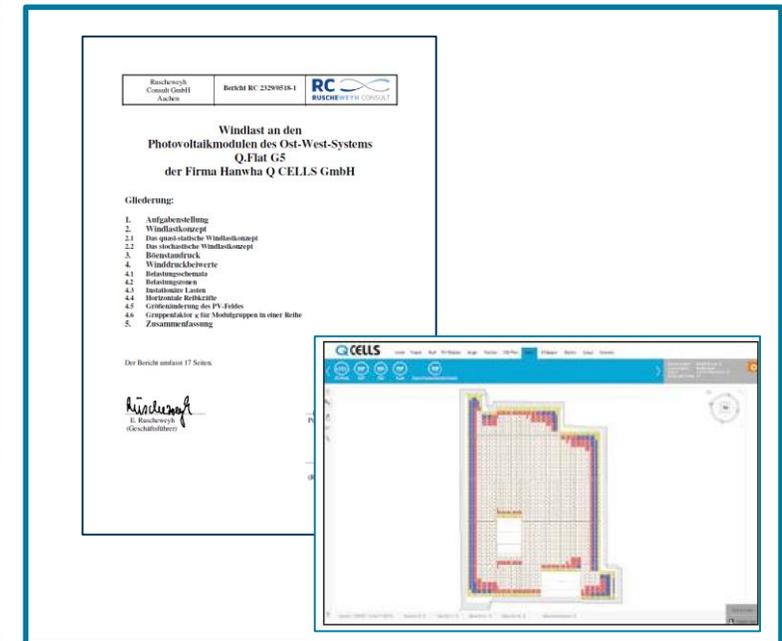
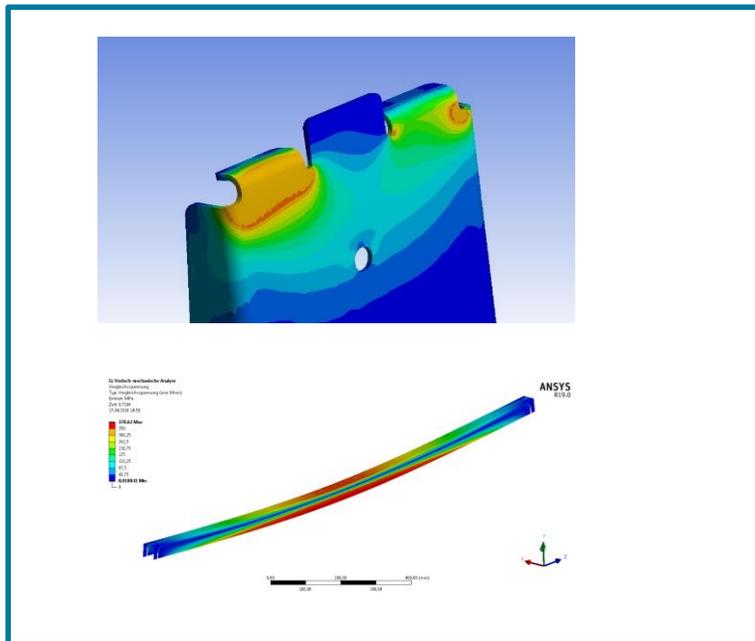
Gestellhersteller:

- abZ abG
- Montageanleitung
- Systemstatik
- Auslegungssoftware
- Technische Beratung

WAS BIETEN UK HERSTELLER IM ALLGEMEINEN?

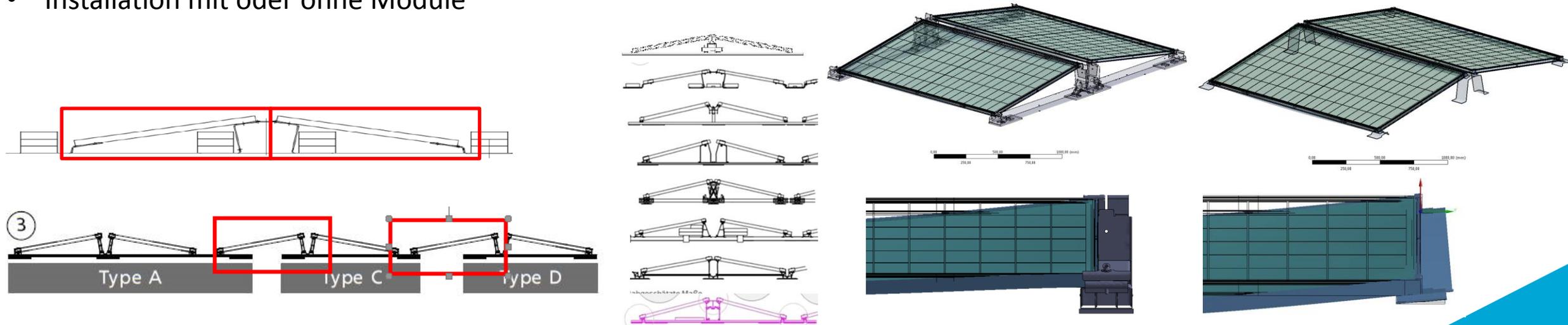
Was bietet der UK-Hersteller seinen Kunden generell :

- UK berechnet, getestet und evtl. durch abZ/abG nachgewiesen (**ohne Modulberücksichtigung**)
- Systemstatik (Statischer Nachweis oder Experimente)
- Aktuelles Windgutachten/ Grenzschichtwindkanal
- Auslegungsoftware
- Technische Beratung
- Garantie für die UK



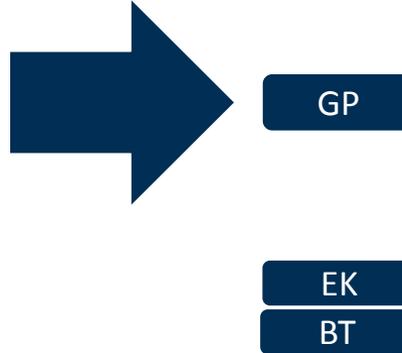
Unterschiede:

- Ballastierung (deutliche Unterschiede) *
- Materialstärke → kann Lasten auch bei durchgehender Schiene auf Modul einleiten*
- Design: Durchgängige Schiene/Teilstücke
- Integration des Moduls in die UK (als Bestandteil der UK oder nur durch UK gehalten)
- Anzahl der Komponenten *
- Messaufwand*
- Erlaubte Schnee- und Windlasten
- Installationszeit*
- Preis
- Klemmposition und Art der Klemmung der Module *
- Freigebebene Modultypen
- Installation mit oder ohne Module



Komponentenzusammensetzung und -anzahl eines typischen Aufbaus:

- Schiene / Stütze
- Bautenschutzmatte
- Mittelstütze
- Endauflage
- Klemmen (Mittel-und/oder Endklemmen)
- Ballastierungsmöglichkeit / Abstandshalter
- Kabelmanagement / Potentialausgleich/ Blitzschutz
- Schrauben → Späne auf dem Dach



In der Regel sind 6 – 18 Komponenten nötig (abhängig von Grad der Vormontage)

→ Je mehr Komponenten → desto höher die Fehleranfälligkeit

Montageschritte:

Anzahl Montageschritte :

- Komponentenanzahl → bestimmt Installationszeit → hat Einfluss auf Fehleranfälligkeit

UK Hersteller	Anzahl Komponenten / System	Anzahl Komponenten / Projekt
Hersteller A	9	1973
Hersteller B	7	3800
Hersteller C	10	7109
Hersteller D	14(18)	5292(8450)
Q CELLS	6 (10)	1556(2593)

ABBILDUNG	SAP-NR.	MATERIAL	BESCHREIBUNG
	20005100	Stahl + Gummigranulat + Edelstahl	Q.FLAT-G5 Grundprofile vormontiert für Foliedächer: Mittelstütze, Endauflage, Bautenschutzmatte mit Alukeschierung
	20005180	Stahl + Gummigranulat + Edelstahl	Q.FLAT-G5 Grundprofile vormontiert für Bitumendächer: Mittelstütze, Endauflage, Bautenschutzmatte ohne Alukeschierung
	20005101	Stahl + Edelstahl	Q.FLAT-G5 Ballasträger kurz 1623 mm: für 60-zellige Solarmodule (z.B. Q.PEAK-G4-1), mit Einkerbung zur Unterscheidung
	20005102	Stahl + Edelstahl	Q.FLAT-G5 Ballasträger lang 1638 mm: für 120-halbzellige Solarmodule (z.B. Q.PEAK DUO-G5)
	20005103	Stahl + Edelstahl + Kunststoff	Q.FLAT-G5 Endklemme mit Schraube

Optionale Komponenten			
ABBILDUNG	SAP-NR.	MATERIAL	BESCHREIBUNG
	20005190	UV-stabiler Kunststoff	Q CELLS Kabelclip (100 Stück)
	10019608	Verzinnete Cu-Litze, PO Co-Polymer	Q.FLAT-G5 PA-Kabel kurz mit Ringkabelschuh (20 Stück inkl. 2 Schrauben MB*20)
	20005195	Verzinnete Cu-Litze, PO Co-Polymer	Q.FLAT-G5 PA-Kabel lang mit Gabelkabelschuh (20 Stück)
	20005196	Stahl	Q.FLAT-G5 Grundprofilverbinder (Es werden 3 Schrauben und 3 Muttermutter für die Befestigung benötigt)
	20005289	Edelstahl	Q.FLAT-G5 Schrauben für Grundprofilverbinder
	20005300	Edelstahl	Q.FLAT-G5 Muttermutter für Grundprofilverbinder
	AUF ANFRAGE		Q CELLS Haltebock

Vorteil einer Flexibilität birgt das Risiko einer hohen Fehleranfälligkeit:

- Modulmaße variieren, jedes Dach sieht anders aus
- Auch mit Lehren → hohe Fehleranfälligkeit im Zuge der Planung
- Hoher Mess- bzw. Adaptionaufwand
- Dokumentation (Tabelle oder Berechnung) muss umfassend sein und auch entsprechend umgesetzt werden

Moduldimensionen :

Breite: 950-1095 mm

Länge: 1386-2080 mm

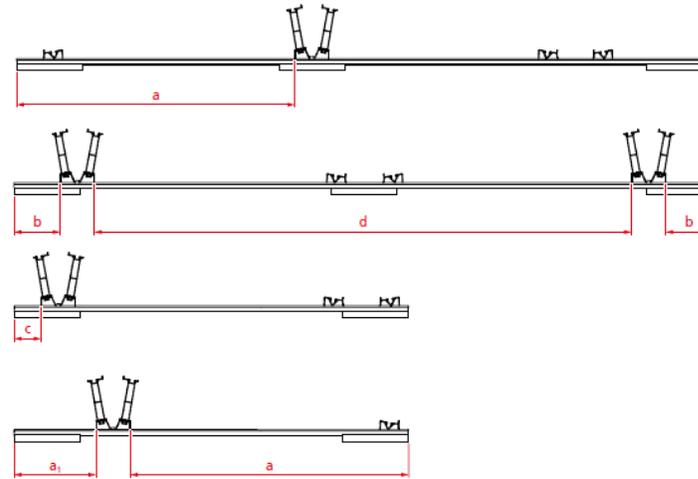
Rahmenhöhe: 30-42 mm



Abb. 38 „Stützen oben“ mit Abstand „x“ mit je 2 Schrauben M8x16 mit der Bodenschiene verschrauben

Abstände der Stützen AeroFix 10-EW (lichtes Maß)	
Modulbreite	Lichtes Abstandsmaß x
950 mm	763 mm
960 mm	773 mm
970 mm	783 mm
980 mm	793 mm
990 mm	803 mm
1000 mm	813 mm
1010 mm	823 mm
1020 mm	833 mm
1030 mm	843 mm
1040 mm	854 mm
1050 mm	864 mm

Tab. 5 AeroFix 10-EW Abstand zwischen „Stütze unten“ und „Stütze oben“



Berechnungen der Vormontagemaße der Typen A, B, C, D:

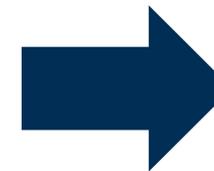
$$a = 11 + (0,99 \times \text{Modulbreite}) \quad [\text{mm}]$$

$$a_1 = 1370 - a \quad [\text{mm}]$$

$$b = \frac{(2520 - \text{Reihenabstand})}{2} \quad [\text{mm}]$$

$$c = 1283 - \text{Wartungsgang} - (0,99 \times \text{Modulbreite}) \quad [\text{mm}]$$

$$d = \text{Reihenabstand} - 130 \quad [\text{mm}]$$

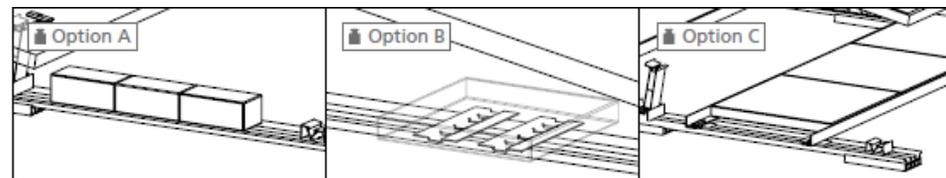
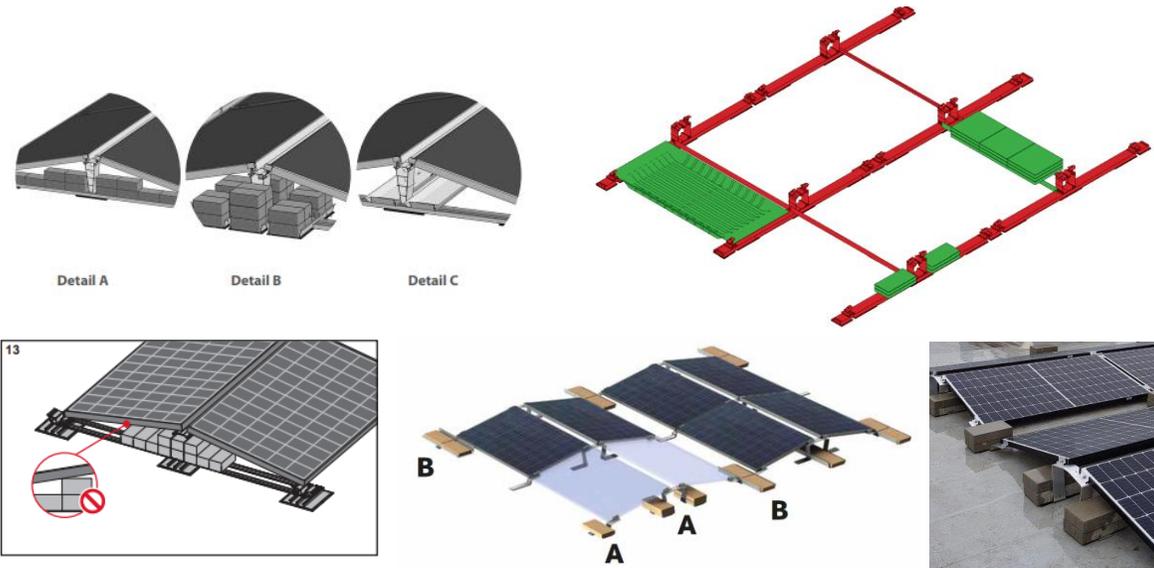


Artikel: 6101100023

Montagelehre

Ballastierungsmöglichkeiten:

- Lagesicherheit des Ballasts von System zu System unterschiedlich
- Ballast liegt auf Dachhaut auf
- Nicht immer ist die physische Möglichkeit für eine ausreichende Ballastierung gegeben

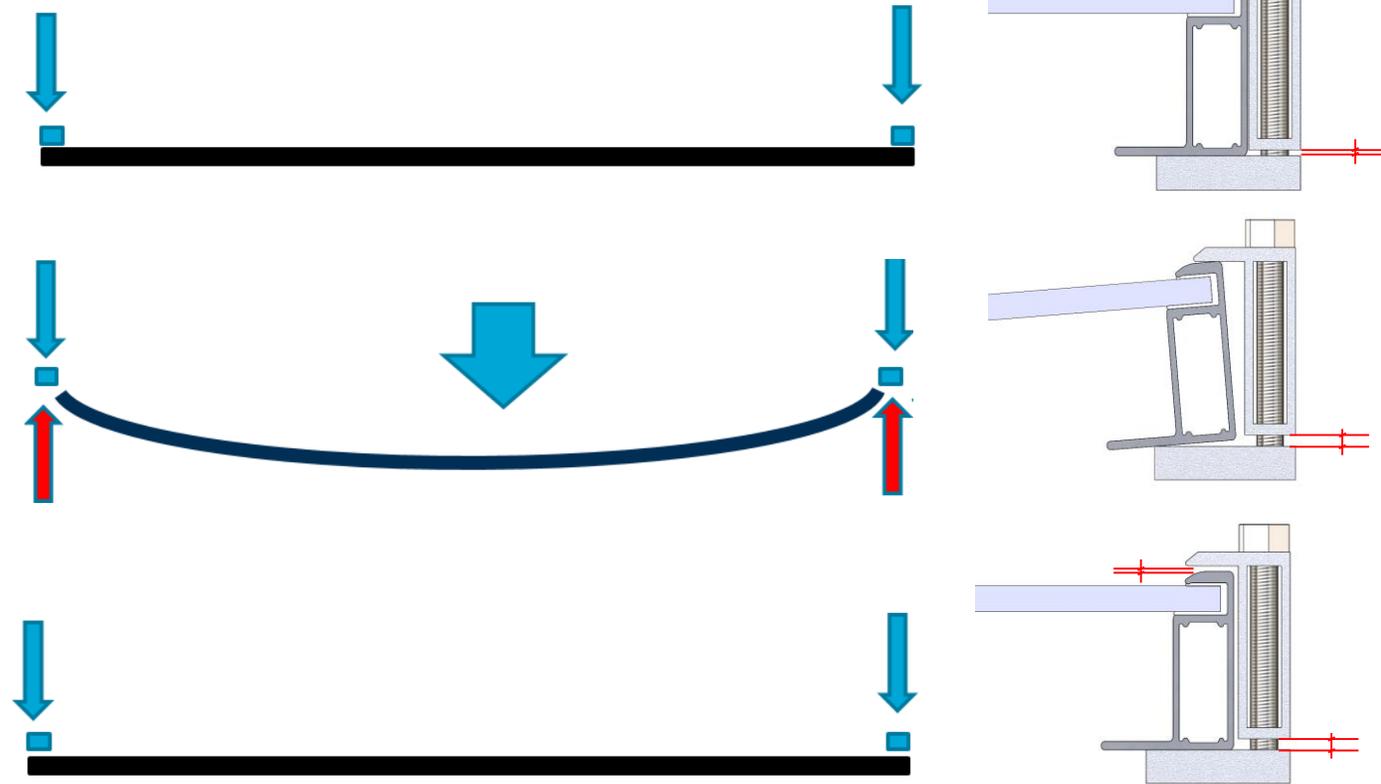
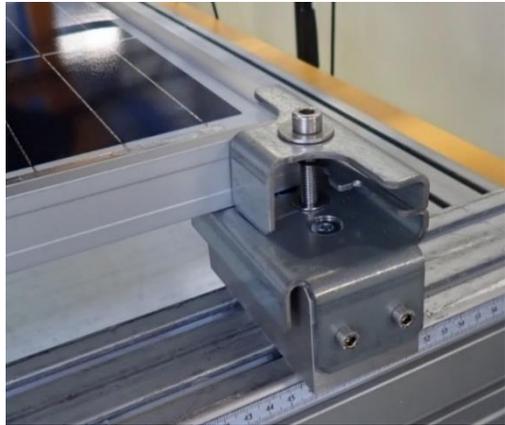


BALLASTELEMENT	DIMENSION IN MM/MM/MM	GEWICHT IN KG	MAX. ANZAHL	BALLASTIERUNGS-ART	AUSRICHTUNG BALLASTELEMENTE
Tiefbordstein	999 / 250 / ≥ 50	≥ 29	7	auf Ballasträgern	
Gehwegplatte	400 / 400 / ≥ 50	~ 13	8	auf Ballasträgern	
Gehwegplatte	300 / 300 / ≥ 50	~ 10	10	auf Ballasträgern	
Pflasterstein	200 / 100 / ≥ 5	~ 4	8 / Grundprofil	im Grundprofil	
Kies (ausschließlich auf Kiesdächern)	1600kg/m ³	1600kg/m ³	15kg / Grundprofil	im Grundprofil	

KLEMMEN: KRAFT- ODER FORMSCHLUSS

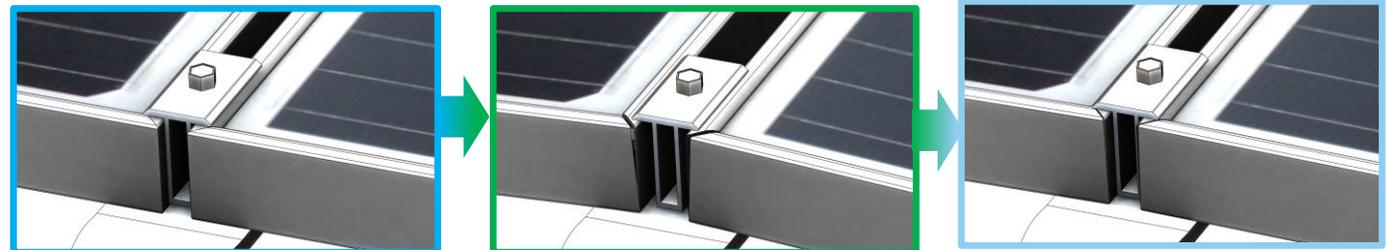
Kraft oder Formschluss:

- Kraftschluss nicht notwendig, nur Formschluss (7 Nm)
- Verbiegung des Moduls wurde mit berücksichtigt



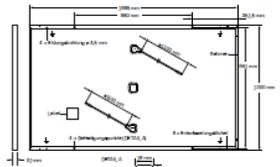
• Andere Klemmen nur über Kraftschluss:

- Wenn Klemmen nur über Vorspannung die Module halten, wird nach starker Moduldurchbiegung der Kraftschluss verringert
- Klemmen können den Modulverbund beschädigen (Rahmen zu Silikon) (Tests)



MECHANISCHE SPEZIFIKATIONEN

Format	1685mm x 1000mm x 32mm (inklusive Rahmen)
Gewicht	18,7 kg
Frontabdeckung	3,2 mm thermisch vorgespanntes Glas mit Antireflexions-Technologie
Rückabdeckung	Verbundfolie
Rahmen	Schwarz eloxiertes Aluminium
Zelle	6 x 20 monokristalline Q.ANTUM Solarzellen
Anschlussdose	53 x 12 mm x 32 x 60 mm x 15,8 mm Schutzart IP67, mit Bypassdioden
Kabel	4 mm ² Solarabel, (+) ≥ 1100 mm, (-) ≥ 1100 mm
Steckverbinder	Stäubli MCA / IP68



ELEKTRISCHE KENNGRÖSSEN

LEISTUNGSKLASSEN		325	330	336	
MINIMALLEISTUNG BEI STANDARD TESTBEDINGUNGEN, STC (LEISTUNGSGÜTERANZ +SW / -GW)					
Maximum	Leistung bei MPP	P_{MPP} [W]	325	330	336
	Kurzschlussstrom	I_{sc} [A]	10,0	10,15	10,21
	Leerlaufspannung	U_{oc} [V]	40,36	40,62	40,89
	Strom bei MPP	I_{MPP} [A]	9,61	9,67	9,72
	Spannung bei MPP	U_{MPP} [V]	33,81	34,34	34,47
Effizienz	η [%]	≥ 19,9	≥ 19,6	≥ 19,9	
	MINIMALLEISTUNG BEI NORMALEN BETREBSBEDINGUNGEN, NMOT:				
Minimum	Leistung bei MPP	P_{MPP} [W]	343,4	347,1	350,9
	Kurzschlussstrom	I_{sc} [A]	8,34	8,18	8,22
	Leerlaufspannung	U_{oc} [V]	38,06	38,31	38,55
	Strom bei MPP	I_{MPP} [A]	7,67	7,61	7,66
	Spannung bei MPP	U_{MPP} [V]	32,17	32,48	32,79

*Massoleraten: P_{MPP} ± 3%; I_{sc} , U_{oc} ± 5% bei STC: 1000 W/m², 25 ± 2 °C, AM 1.5 nach IEC 60904-3-800 W/m², NMOT, Spektrum AM 1.5
Q CELLS LEISTUNGSGARANTIE **SCHWÄCHLICHVERHALTEN**

PRODUKTLINE	Q.PEAK DUO-G7 Q.PEAK DUO BLK-G7	Q.PEAK DUO-G7.1	Q.PEAK DUO-G7.2 Q.PEAK DUO BLK-G7.2	Q.PEAK DUO-G7.3
Typ	Q.ANTUM DUO	Q.ANTUM DUO	Q.ANTUM DUO	Q.ANTUM DUO
Länge	1685 mm	1685 mm	1685 mm	1685 mm
Breite	1000 mm	1000 mm	1000 mm	1000 mm
Rahmenstärke	32 mm	32 mm	32 mm	32 mm
Fläche	1.69 m ²	1.69 m ²	1.69 m ²	1.69 m ²
Gewicht	18.7 kg	18.7 kg	18.7 kg	18.7 kg
Max. Systemspannung U_{sys}	1000 V	1000 V	1500 V	1500 V
Max. Rückstrombelastbarkeit	20 A	20 A	20 A	20 A
Zulässiger Temperaturbereich	-40 °C to +85 °C (-40 °F bis +185 °F)			
Schutzart Anschlussdose	IP67 mit Bypassdiode			
Schutzart Steckverbinder	IP68			
Brandklasse	C / Type 2	C / Type 2	C / Type 1	C / Type 1
Max. Testlast, Druck / Zug¹	5400 Pa / 4000 Pa	5400 Pa / 4000 Pa	5400 Pa / 4000 Pa	5400 Pa / 4000 Pa
Max. zulässige Last, Druck / Zug¹	3600 Pa / 2667 Pa	3600 Pa / 2667 Pa	3600 Pa / 2667 Pa	3600 Pa / 2667 Pa
Zertifikate	Alle Module: VDE Quality Tested; CE-conform; IEC 61215:2016; IEC 61730:2016; Anwendungsklasse II; UL 1703			

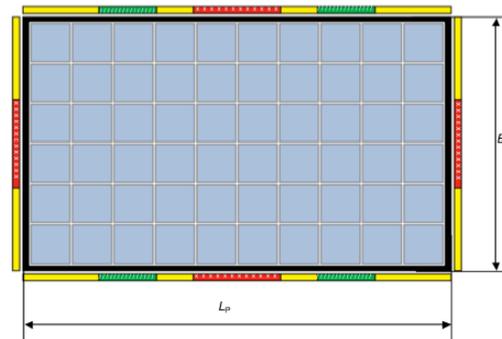
¹ Testlast und zulässige Last nach IEC 61215:2016, abhängig von Montage-Varianten (siehe „2.3 Montagevarianten“)

INSTALLATIONS-ART	MODUL	PUNKTLAGERUNG
INSTALLATION MIT KLEMMEN ²	Q.PEAK DUO-G7X Q.PEAK DUO BLK-G7X	

Spezifikationen

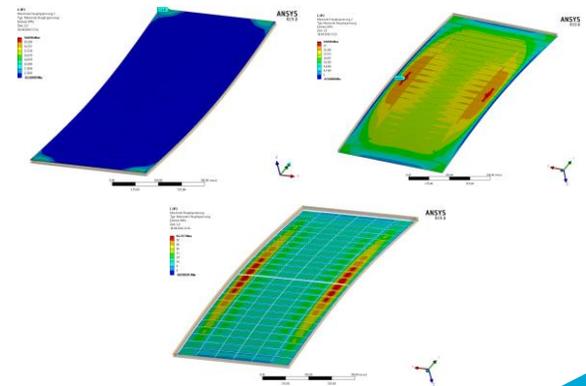
MODULTYP	MONTAGE-VARIANTE	KLEMMBEREICH* [MM]	TESTLAST DRUCK / ZUG** [PA]	PLANUNGSLAST DRUCK / ZUG** [PA]	SICHERHEITSFAKTOR
Q.PEAK DUO-G7X Q.PEAK DUO BLK-G7X	CL1 / CL3	250 - 450			1.5
	FB1 / FB2	352,5	5400/4000	3600/2670	
	IP1	-			
	CL1	0 - 250 450 - 550			
	CL2a (mit Schienen) / CL2b (ohne Schienen)	0 - 300	2400/2400	1600/1600	
	CL4	0 - 300			
CL5	Kurze Seite: 0 - 250 Lange Seite: 300 - 450	4000/4000	2670/2670		

Moduldimensionen :
 Breite: 950-1095 mm
 Länge: 1386-2080 mm
 Rahmenhöhe: 30-42 mm



Rahmenhöhen gesenkt / Annahmen gleich:

- Modulverbiegung hat zugenommen
- Unbekanntes Verhalten des Verbundes
- Rahmen/Glas/Einbettungsfolien/Zellen



Testbereiche:

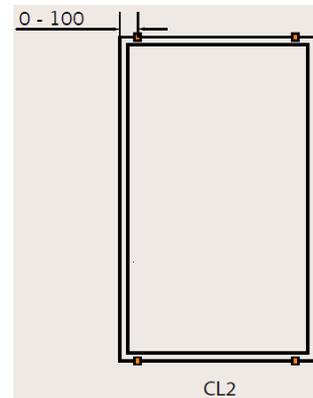
- IEC Tests DIN EN 61215 ED. 2016
- Klemmbereiche werden abgetestet
- Klemmen werden nicht separat betrachtet außer bei expliziten Freigaben
- Spezialklemmen
- Rahmen, Glas-und Zelleigenschaften werden geprüft anhand der Testmatrix IEC
- Verbiegung der Module wird betrachtet und getestet und bewertet

➤ Test procedure acc. IEC 61215 (5400/2400Pa)

Step		Time	Standard Old IEC 2006	Standard New IEC 2016
1	Push	1 h	2400 Pa	5400 Pa
2	Pull	1 h	2400 Pa	2400 Pa
3	Push	1 h	2400 Pa	5400 Pa
4	Pull	1 h	2400 Pa	2400 Pa
5	Push	1 h	5400 Pa	5400 Pa
6	Pull	1 h	2400 Pa	2400 Pa

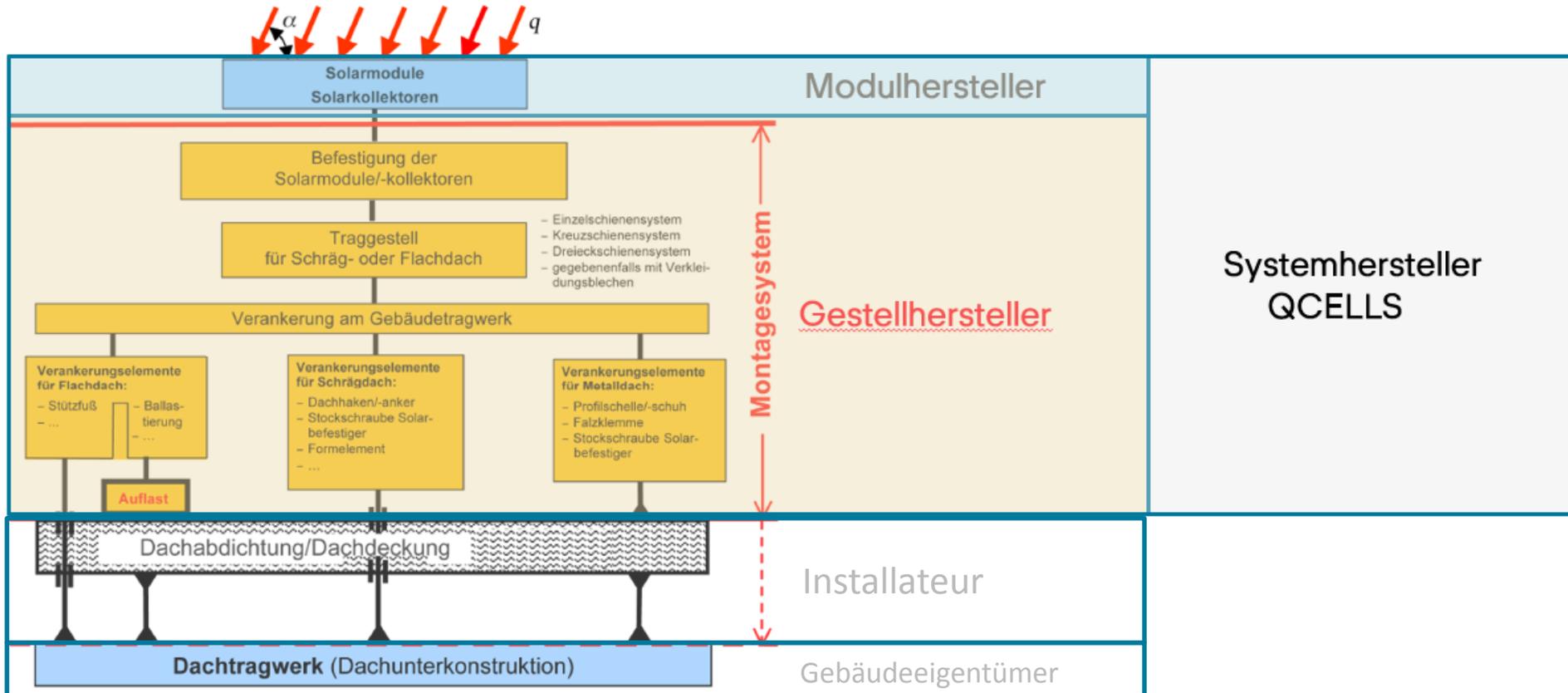
➤ Test requirements

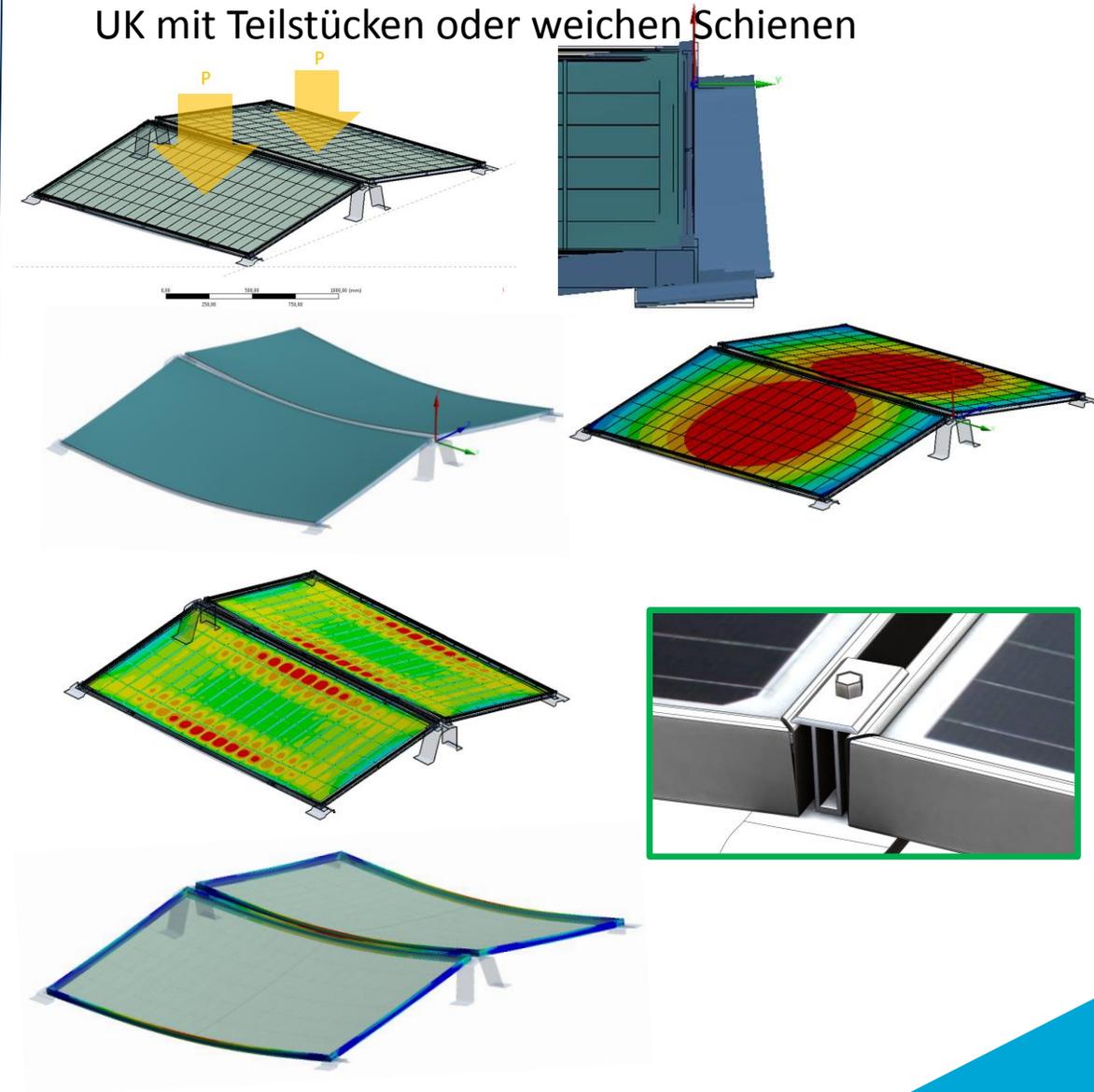
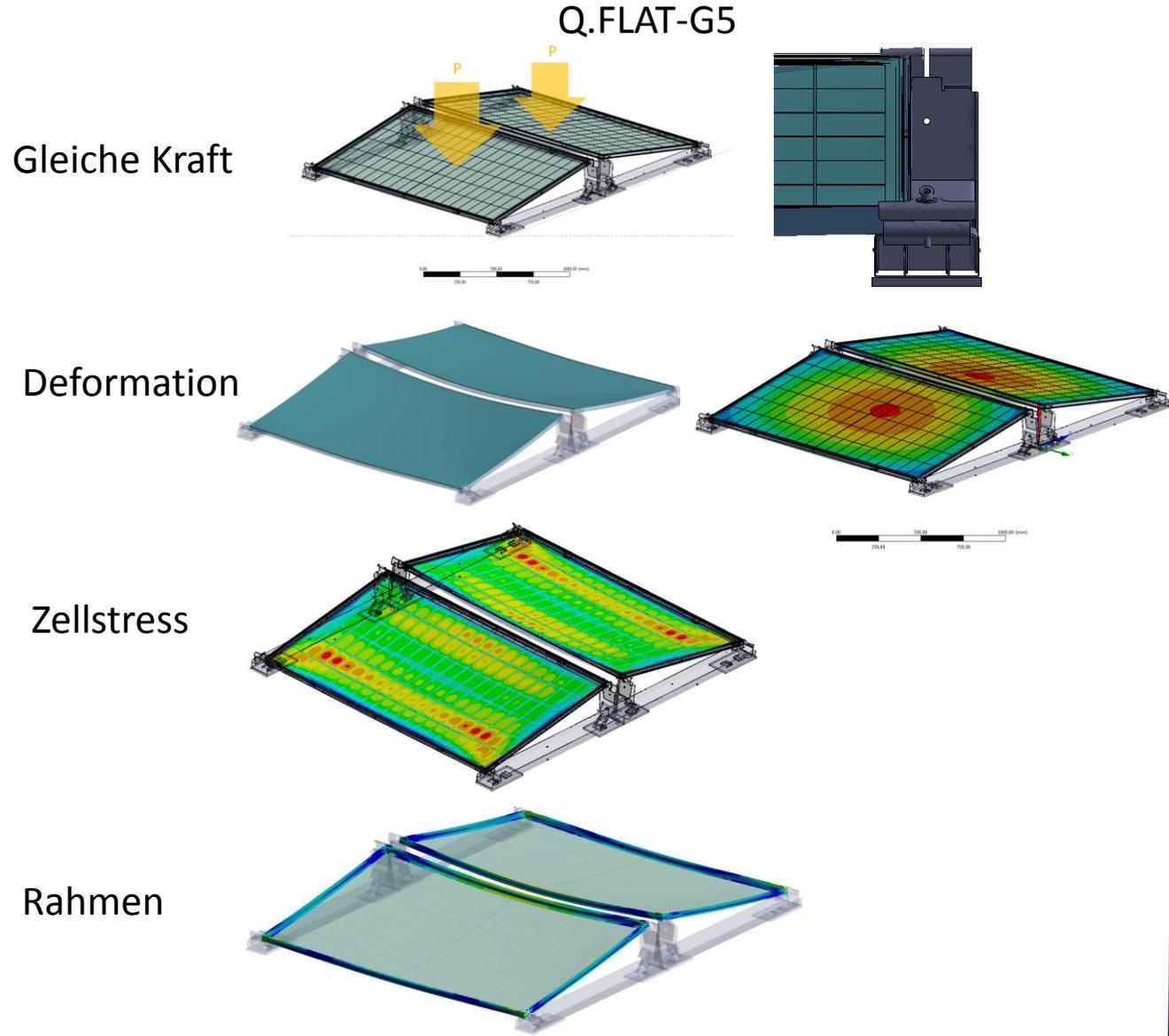
- No periodic interruption during load test
- No visible major damages
- No power degradation of max 5 % after load test
- Isolation resistance should fulfill the same requirements like initial measurement



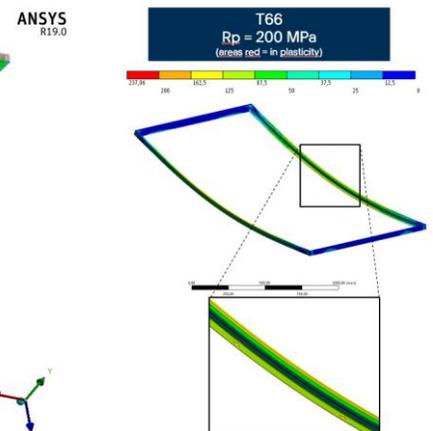
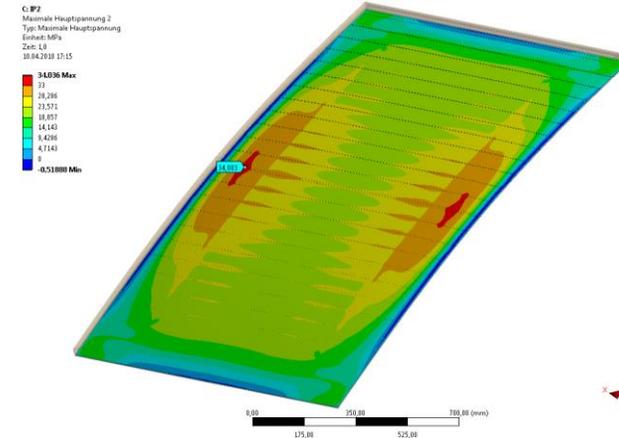
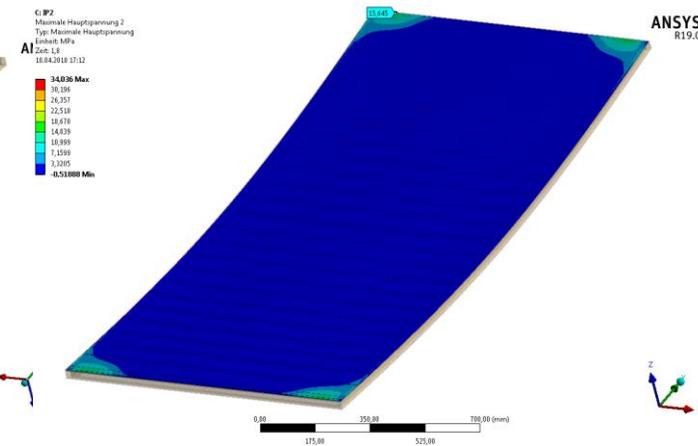
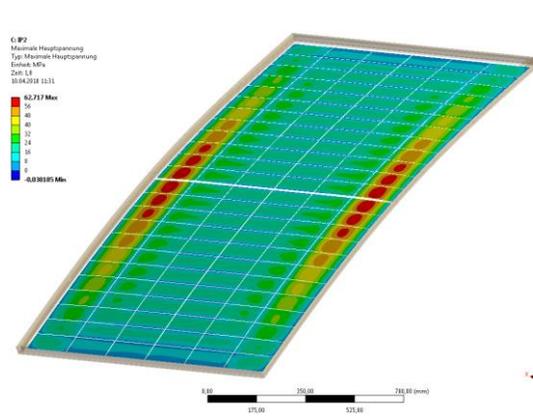
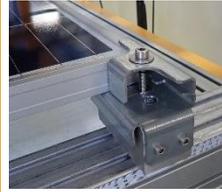
Q CELLS : BIETET BEIDE KOMPONENTEN ALS SYSTEM

Es gibt keine NORM, die beide Komponenten (UK und Modul) zusammen betrachtet





MODUL-IEC TEST ZU SCHNEE- UND WINDLASTEN MIT Q.FLAT-G5



DEKRA Automobil GmbH
Industrie, Bau und Immobilien
Austraße 158
74076 Heilbronn
Tel.: +49 7131 9840-0, Fax: +49 7131 9840-19



Auftrag-Nr. 553322068
Seite 1 von 5

Ihr Sachverständiger
Herr Dipl.-Ing. (FH) Florian Wintergerst
Tel.: +49 711 4083716
Fax: +49 711 93348083
email: florian.wintergerst@dekra.com

DEKRA Automobil GmbH, Austr. 158, 74076 Heilbronn

Hanwha Q Cells GmbH
Sonnenallee 17-21

D-06766 Bitterfeld-Wolfen (OT Thalheim)

VERSUCHSBEGLEITUNG + BEWERTUNG

Auftrag erteilt durch: Hanwha Q Cells GmbH
Herr Bero Doege
am 13.07.2018

Auftragsgegenstand: Versuchsbegleitung zur Ermittlung des Widerstands des Flachdach-Aufständersystems „Q.FLAT G5“ in Kombination mit Modulen in Rahmen „G4.1“ gegen Schnee- und Windbelastung

Auftrag-Nr.: 553322068
Datum Versuchs- / Ortstermin: 27.09.2018

Auftraggeber: Hanwha Q Cells GmbH
Sonnenallee 17-21
D-06766 Bitterfeld-Wolfen (OT Thalheim)

Ausfertigung: 1-fach Auftraggeber
1-fach DEKRA Automobil GmbH

Dieser Versuchsbericht umfasst 5 Seiten zzgl. der Anlagen VW (10 Seiten Windlastversuch) und VS (9 Seiten Schneelastversuch) und bezieht sich ausschließlich auf den Auftragsgegenstand.

Heilbronn, 22.10.2018

Das Gutachten darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Jede Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Genehmigung der DEKRA Automobil GmbH.

DEKRA Automobil GmbH
Hardenbergstraße 15
70565 Stuttgart
Telefon: (0711) 78 81-0
Telefax: (0711) 78 81-2240
www.dekra.com

Sitz Stuttgart, Amtsgericht Stuttgart, HRB-Nr. 21038
HRB-Nr. 21038
Bankverbindungen:
Commerzbank AG
IBAN DE34 8005 0000 0001 0001 00 / BIC COMDE33HAN
SWI Bank
IBAN DE74 8005 0101 0002 0195 25 / BIC SOLADE33HAN

Vorsitzender des Aufsichtsrats:
Stefan Köhl
Geschäftsführer
Wolfgang Linsenmeier (Vorsitzender)
Jörn Fehleauer
Guido Kutschera

DEKRA Automobil GmbH
Industrie, Bau und Immobilien



Auftrag-Nr. 553322068
Seite 4 von 5



[Bild 2: Schneelast-Versuch]



[Bild 3: Windlast-Abhebeversuch]

Detaillierte Versuchsbeschreibungen, Ergebnisse und Berechnungen sind in den Anlagen VS (Versuch Schneelast) und VW (Versuch Windbelastung) aufgeführt.

DEKRA Automobil GmbH
Industrie, Bau und Immobilien



Auftrag-Nr. 553322068
Seite 5 von 5

6. VERSUCHSERGEBNISSE

Das Flachdach-Aufständersystem „Q.FLAT G5“ kann folgenden Belastungen ausgesetzt werden:

Schneelasten:

charakteristischer Bemessungswert	$R_s = 2240 \text{ Pa}$	($\pm 2,240 \text{ kN/m}^2$)
design Bemessungswert	$R_s = 1792 \text{ Pa}$	($\pm 1,792 \text{ kN/m}^2$)

Windsoglasten:

charakteristischer Bemessungswert	$R_w = 1002 \text{ Pa}$	($\pm 1,002 \text{ kN/m}^2$)
design Bemessungswert	$R_w = 802 \text{ Pa}$	($\pm 0,802 \text{ kN/m}^2$)

Die Auswertungsberechnungen wurden nach DIN EN 1990, DIN EN 1993 und DIN EN 1999 geführt.

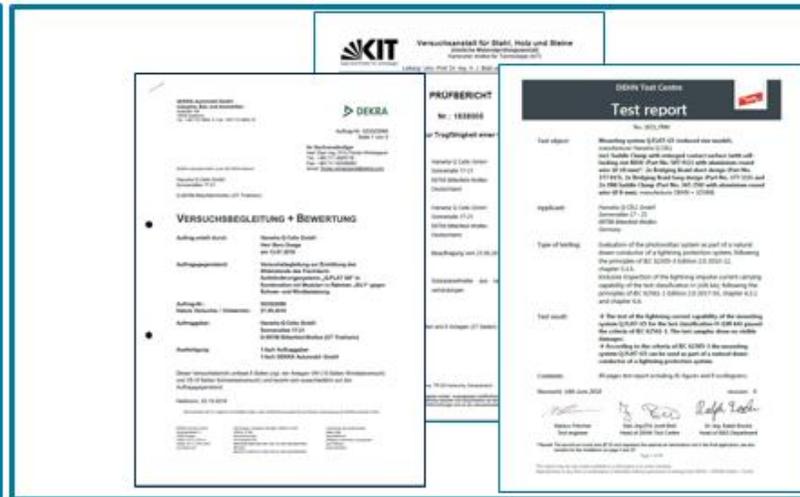
DEKRA Automobil GmbH
Industrie, Bau und Immobilien
DEKRA Automobil GmbH
A-Herr Dipl.-Ing. (FH) Florian Wintergerst
Austri. 158
Sachverständiger (Tragwerksplanung)
Telefon (0 71 31) 98 40-0
Telefax (0 71 31) 98 40-19
www.dekra.com

Sollte dieses Dokument elektronisch übermittelt worden sein, so ist es auch ohne Unterschrift und Siegel gültig!

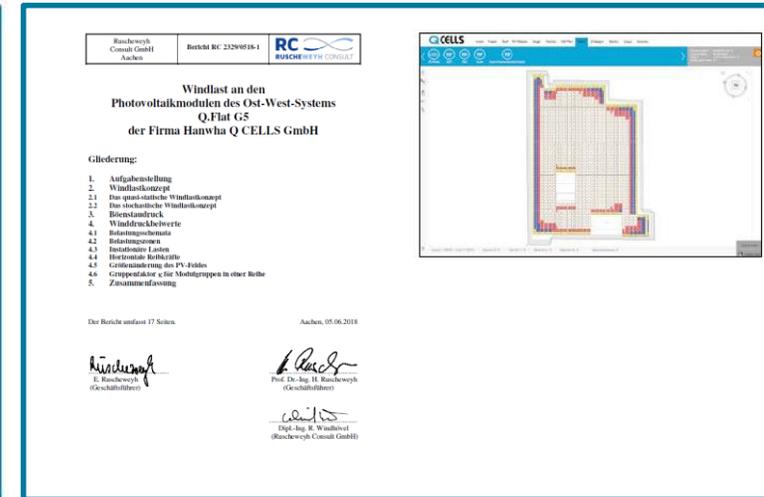
Q.FLAT-G5 WURDE BERECHNET, IST GETESTET UND PLANBAR



Statik, Gutachten, abZ/ abG



Externe Tests: Dekra, KIT, Dehn und Söhne



Windgutachten, Planungssoftware

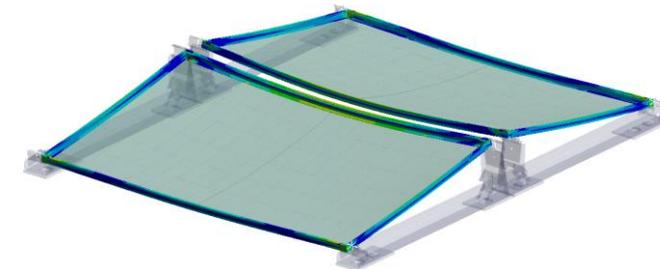
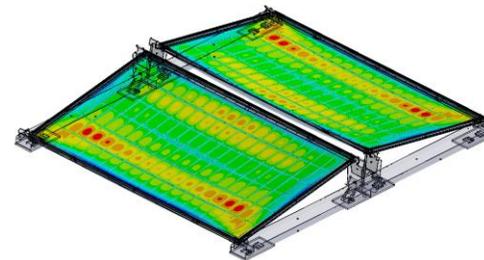
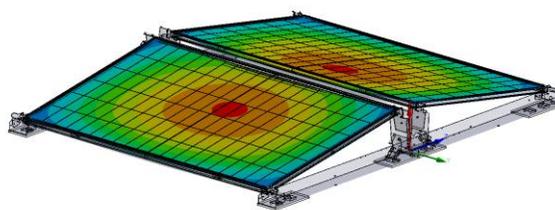
System: Statische Nachweise, abZ*, Gutachten, Dekra-Versuche und Planungssoftware mit Modulverhalten

➤ Test procedure acc. IEC 61215 (5400/2400Pa)

Step		Time	Standard Old IEC 2006	Standard New IEC 2016
1	Push	1 h	2400 Pa	5400 Pa
2	Pull	1 h	2400 Pa	2400 Pa
3	Push	1 h	2400 Pa	5400 Pa
4	Pull	1 h	2400 Pa	2400 Pa
5	Push	1 h	5400 Pa	5400 Pa
6	Pull	1 h	2400 Pa	2400 Pa

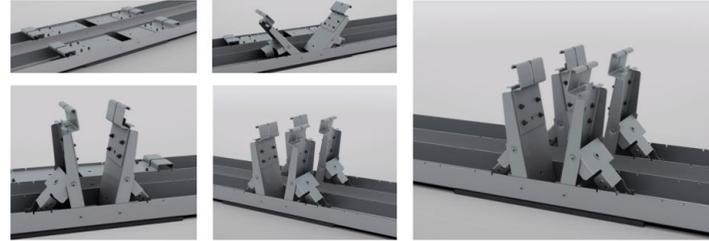
➤ Test requirements

- No periodic interruption during load test
- No visible major damages
- No power degradation of max 5 % after load test
- Isolation resistance should fulfill the same requirements like initial measurement



1. Schritt: Aufklappen

- Mittelstützen aufklappen
- Keine Werkzeuge notwendig



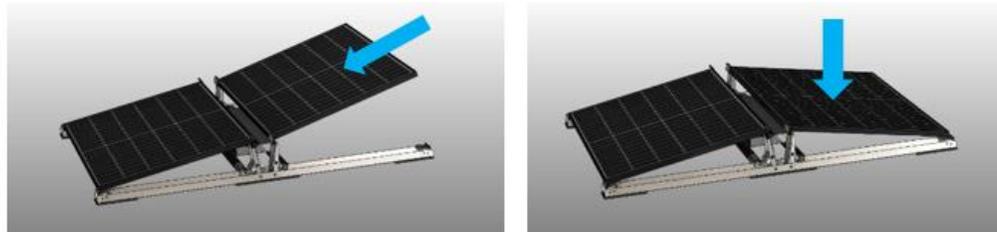
2. Schritt: Ausrichten und Ballastieren

- Grundprofile auf Dach ausrichten
- Ballasträger einhängen und ballastieren
- Potentialausgleich



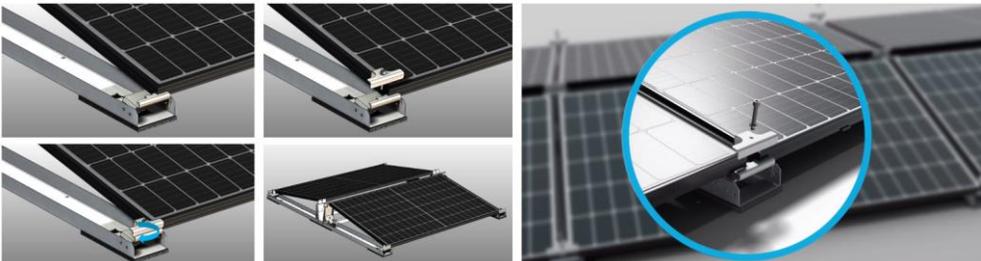
3. Schritt: Module einschieben

- Module in die Mittelstütze einschieben und an der Endklemme einklicken
- Stecker miteinander verbinden und evtl. Kabelclip benutzen



4. Schritt: Module befestigen

- Schrauben an den Endklemmenplatten befestigen



Zusammenfassung

- Weniger Komponenten
- Weniger Schrauben
- Kürzere Aufbauzeit
- Geringere Fehleranfälligkeit
- Schutz des Moduls vor zusätzl. Lasten
- Garantie für Modul und UK
- Auf das Modul abgestimmtes System



VIELEN DANK FÜR IHRE
AUFMERKSAMKEIT!