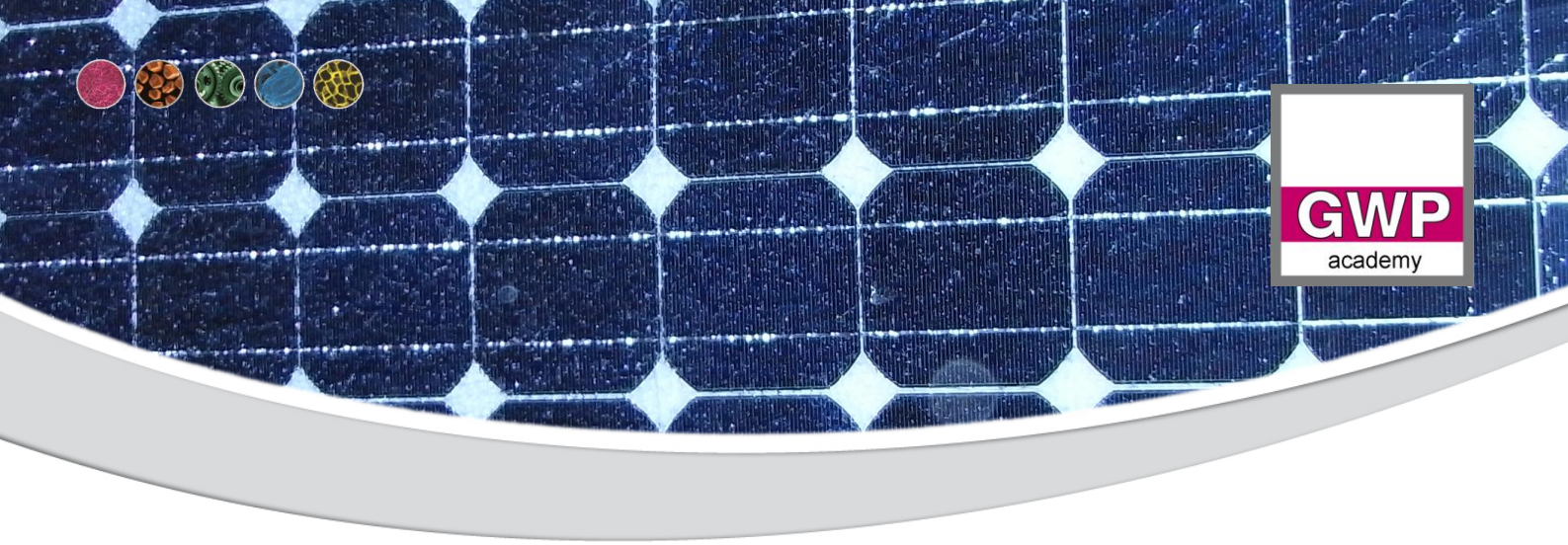


› Wissen schafft Fortschritt®

» Photovoltaik-Module: Brandversuche mit Gas- & Staubanalytik

› Technische Mitteilung 20110402

› Dr. Julius Nickl
Geschäftsführer
Senior-Experte für industrielle Prozesse und Produkte
julius.nickl@gwp.eu

GWP Gesellschaft für Werkstoffprüfung mbH
Georg-Wimmer-Ring 25 ☎ +49 (0)8106 994 110 info@gwp.eu
D-85604 Zorneding/München 🖷 +49 (0)8106 994 111 www.gwp.eu

© GWP mbH 2016 SO technische Mitteilung REV09
X:\Organisation\Marketing\technische Mitteilungen\GasL 20110402 Brandversuche an PV Modulen\GWP Technische Mitteilung 20110402 Brandversuche an PV Modulen REV05.docx

1. Zusammenfassung

An vier verschiedenen Bauarten von Photovoltaik-Modulen haben wir an repräsentativen Proben Brandversuche mit Emissionsanalytik bezüglich Gasen und Stäuben durchgeführt.

Die beobachteten Gaskonzentrationen sind alle gering.

Bezüglich der Schwermetallemissionen in Stäuben ist das Cd-Te-Modul am auffälligsten: die Cadmium-Freisetzung als Staub liegt bei 1.100 °C deutlich über einem Gramm Cadmium pro Kilogramm aufgefangenem Staub (ca. 0,15 Gew% Cd im Staub). Alle anderen Module emittieren die verbauten Schwermetalle in wesentlich geringerem Maße.

Inhalt

1. Zusammenfassung 2
2. Aufgabenstellung 3
3. Erhaltene Proben 3
4. Untersuchungen 3
5. Ergebnisse 4
6. Bewertung 5

© GWP mbH 2016 SO technische Mitteilung REV09
X:\Organisation\Marketing\technische Mitteilungen\GasL 20110402 Brandversuche an PV Modulen\GWP Technische Mitteilung 20110402 Brandversuche an PV Modulen REV05.docx

2. Aufgabenstellung

Auftragsgemäß wurden Brandversuche an Solarstrommodulen bei verschiedenen Temperaturen und unter verschiedenen Atmosphären durchgeführt.

Ziel der Untersuchung war die Ermittlung der Schwermetallkonzentrationen, hier insbesondere der RoHS-relevanten Stoffe. Hier fassen wir dazu die wichtigsten Ergebnisse zu DEMO-Zwecken zusammen.

3. Erhaltene Proben

Der GWP wurden folgende Proben zur Verfügung gestellt; die Hersteller sind anonymisiert.

Tabelle 1: erhaltene Proben

Eingang	GWP # 12XXX-	Kunden-#	Bezeichnung	Bemerkung
08.02.2010	1	-	Photovoltaik-Panel CdTe	60 x 120 cm, nur Glas, ohne Rahmen; mit el. Anschlüssen
08.02.2010	2	-	Photovoltaik-Panel CIS	70 x 160 cm, großer schwarzer Rahmen; eine Fläche
08.02.2010	3	-	Photovoltaik-Panel a-Si	90 x 90 cm, Aluminium-Rahmen
09.06.2010	4	-	Photovoltaik-Panel c-Si	100 x120 cm, neue Zustand

4. Untersuchungen

An den gestellten Solarstrommodulen wurden Brandversuche durchgeführt.

Daran wurden Laborexperimente durchgeführt, die einen Brand simulieren. Aufgabe war es die staub- und gasförmigen Emissionen erstmalig zu bestimmen, d.h. es gibt keine Vorschrift, Norm, o.ä. die die Durchführung oder gar Grenzwerte festlegt. Zur Gas[1]- und Staubanalytik[2] kam eine akkreditierte Methode – häufig zur Bestimmung von Airbag-Emissionen genutzt – zum Einsatz.

Zusätzlich war der Glührückstand auf die Elementzusammensetzung hin zu untersuchen.

Repräsentative, ca. postkartengroße Proben mit rund 50 g wurden aus den Modulen ausgetrennt und im Laborofen in geeigneten Schiffchen „verbrannt“. Die Versuche wurden mit einer Heizrate von 10° C min^{-1} bei 600, 900 und 1100 °C (Haltezeit 1h) mit Luft sowie mit „verbrannter“ Luft mit nur noch 1 % Sauerstoff durchgeführt. Der hochlegierte Reaktor hat einen iD von 80 mm und wurde mit 15 L min^{-1} durchströmt.

Insgesamt wurden 21 Versuche durchgeführt.

[1] AV_122_GasL_REV07_Airbag_Gasanalyse

[2] AV_039_GasL_REV01_Staubanalyse mit Andersen-Impaktor

© GWP mbH 2016 SO technische Mitteilung REV09
X:\Organisation\Marketing\technische Mitteilungen\GasL 20110402 Brandversuche an PV Modulen\GWP Technische Mitteilung 20110402 Brandversuche an PV Modulen REV05.docx

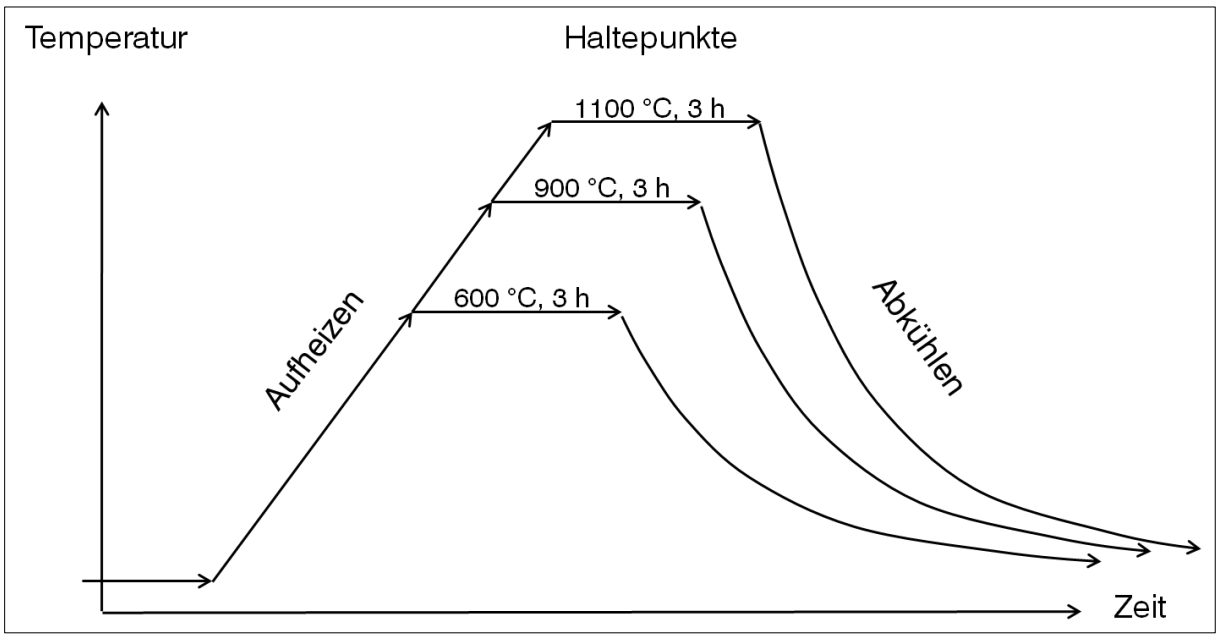


Abbildung 1: T,t-Verlauf der Ofenfahrten

Die Untersuchungen wurden im Oktober 2010 durchgeführt.

5. Ergebnisse

Tabelle 2: Übersicht der Staubemissionen und Schwermetallkonzentrationen in den Stäuben

Sample 12335-	Temp. [°C]	Total dust mg	**Cd**[3] mg kg^{-1}	**Pb**[4] mg kg^{-1}
01 (CdTe)	1100	42	1.690	215
	600	87	7	13
02 (CIS)	1100	86	0	46
	600	123	0	0
03 (aSi)	1100	36	0	55
	600	74	0	13
04 (cSi)	1100	171	0	181
	600	223	0	23

Tabelle 3: Überblick der maximal beobachten, gemittelten Gasemissionen; normiert pro Gramm Probe

Sample 12335-	**CO** ppm g^{-1}	**CO_2** ppm g^{-1}	**NO** ppm g^{-1}	**NO_2** ppm g^{-1}	**CH_x** ppm g^{-1}
01 (CdTe)	7	47	0	0	0
02 (CIS)	5	18	0	0	0
03 (aSi)	15	50	0	0	0
04 (cSi)	14	100	0	0	0

[3] RoHS- relevantes Schwerelement: Grenzwert maximal 0,01 Gewichtsprozent Cadmium

[4] RoHS- relevantes Schwerelement: Grenzwert maximal 0,01 Gewichtsprozent Blei

© GWP mbH 2016 SO technische Mitteilung REV09
X:\Organisation\Marketing\technische Mitteilungen\GasL 20110402 Brandversuche an PV Modulen\GWP Technische Mitteilung 20110402 Brandversuche an PV Modulen REV05.docx

Abbildung 2: Schiffchen mit den Modulproben nach dem Brandversuche 1100 °C

6. Bewertung

An den zur Verfügung gestellten Photovoltaik-Modulen haben wir an repräsentativen Proben Brandversuche mit Emissionsanalytik durchgeführt.

Bezüglich der Schwermetallemissionen ist das Cd-Te-Modul am auffälligsten: es ist festgestellt worden, dass bei 600 °C die messbare Cadmium-Freisetzung in Stäuben vernachlässigbar ist, bei 1.100 °C steigt sie auf deutlich über einem Gramm Cadmium pro Kilogramm aufgefangenem Staub (ca. 0,15 Gew% Cd im Staub). Alle anderen Module emittieren die verbauten Schwermetalle in geringerem Maße.

Die beobachteten Gaskonzentrationen sind alle gering.

Zusätzlich wurden die Glührückstände chemisch untersucht. Die gefunden Schwermetalle in den Glührückständen entsprechen der Chemie der Modultypen; in den gemahlenen Schmelzrückständen beträgt die Schwermetallkonzentration bis zu 0,12 m%.

Nach diesen ersten Ergebnissen empfehlen wir weitere Experimente mit ganzen Modulen unter realen Brandbedingungen um detailliertere Aussagen speziell zu den Schwermetallemissionen zu gewinnen.

Zorneding, den 3.1.2011

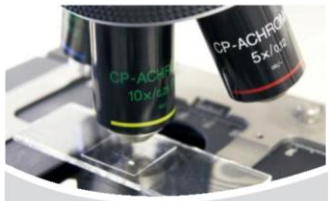
Dr. J. Nickl

© GWP mbH 2016 SO technische Mitteilung REV09
X:\Organisation\Marketing\technische Mitteilungen\GasL 20110402 Brandversuche an PV Modulen\GWP Technische Mitteilung 20110402 Brandversuche an PV Modulen REV05.docx

» Gesellschaft für Werkstoffprüfung mbH

› Analytik

› Werkstoffprüfung



› Materialografie

› Qualitätssicherung

› Schadensanalyse

› Entwicklung

› Laborservices

› Analytikum
› Chemie & Korrosionslabor
› Elektroniklabor
› Gaslabor
› Kunststofflabor
› Materialografie
› Mikroskopie REM/LIM
› Umweltsimulation
› Werkstatt
› Werkstoffprüfung
› Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung

› Schadensanalyse

› Airbag
› Batterien
› Baustoffe
› Fraktographie
› Heterogene Katalyse
› Industrielle Prozesse und Produkte
› Korrosion
› Kunststoffe
› Medizintechnik
› Metallische Gefüge
› Oberflächentechnik
› Zerstörungsfreie Prüfung

› GWP Gesellschaft für Werkstoffprüfung mbH
› Georg-Wimmer-Ring 25, D-85604 Zorneding/München
› Tel. +49 (0) 8106 994 110
› Fax +49 (0) 8106 994 111
› Mail info@gwp.eu
› Web www.gwp.eu

GWP