

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書
(出國類別：其他)

赴德國拜訪國際標準組織會員 TUV SUD、
Aachen 大學風能驅動中心及參訪丹麥 LORC
機艙動力鍊測試試驗室及機艙動力鍊測試
設備供應商 R&D A/S 報告

服務機關：經濟部標準檢驗局

姓名職稱：謝翰璋主任秘書、陳誠章科長

派赴國家：德國、丹麥

出國期間：中華民國 106 年 11 月 25 日至 12 月 06 日

報告日期：中華民國 107 年 2 月 27 日

目錄

壹、 目的.....	1
貳、 出國行程概要.....	2
參、 參訪人員名單.....	3
肆、 參訪紀要.....	4
一、 11月27日(週一).....	4
參訪 TUV SUD 之 CBTL 實驗室.....	4
二、 11月28-29日(週二 - 週三).....	10
參訪 Center for Wind Power Drives (CWD).....	10
三、 12月1日(週五).....	14
參訪 Bladt Industries.....	14
參訪 LORC.....	19
四、 12月4日(週一).....	26
參訪 R&D A/S.....	26
伍、 心得.....	31
陸、 附件.....	33

圖目錄

圖 1	與 PI Berlin 測試實驗室同仁討論會議照片	8
圖 2	與 PI Berlin 測試實驗室同仁討論會議照片	9
圖 3	贈送見面禮予 PI Berlin 代表	9
圖 4	CWD 組織成員	11
圖 5	CWD 4MW 機艙測試平台	11
圖 6	CWD 視訊會議照片(德方).....	12
圖 7	CWD 視訊會議照片(台方).....	13
圖 8	於 CWD 門口合照	13
圖 9	與 Bladt 討論會議照片	15
圖 10	與 Bladt 討論會議照片	16
圖 11	贈送見面禮予 Bladt 代表副總裁 Lars Kristensen 並合影留念.....	16
圖 12	海底基座出口港灣.....	17
圖 13	海底基座出口港灣合影.....	17
圖 14	海底基座製作工廠參訪.....	18
圖 15	主要測試項目	19
圖 16	LORC 討論會議照片	21
圖 17	贈送見面禮予 LORC 代表執行長 Torben Lorentzen	21
圖 18	LORC 機艙動力鏈測試 (資料來源：LORC).....	22
圖 19	LORC 加速壽命測試平台(資料來源：LORC).....	22
圖 20	LORC 加速壽命測試平台(資料來源：LORC).....	23
圖 21	LORC 加速壽命測試平台(資料來源：LORC).....	23
圖 22	LORC 加速壽命測試平台	24
圖 23	LORC 動力鏈測試實驗室合影	25
圖 24	R&D A/S 討論會議照片	28
圖 25	與 R&D A/S 人員合影	29
圖 26	贈送見面禮予 R&D A/S 執行長 Axel Manøne Jepsen	29

表目錄

表 1	出國行程概要表.....	2
表 2	參訪人員名單.....	3
表 3	拜訪 PI Berlin 對方與會人員名單.....	10
表 4	拜訪 CWD 對方與會人員名單.....	14
表 5	拜訪 Bladt 對方與會人員名單.....	18
表 6	拜訪 LORC 對方與會人員名單.....	25
表 7	拜訪 R&D A/S 對方與會人員名單.....	30

壹、目的

為執行「再生能源憑證中心及檢測驗證發展計畫」及達成行政院要求，盡速建置第三方檢測驗證能力，使國內再生能源檢測驗證技術與國際接軌，獲得國際知名、具公信力之驗證機構認同，更藉由與國際驗證機構共組國際團隊模式，協助國內專業法人機構開拓國際市場。本次參訪德國 TUV SUD，了解太陽能電場從設計、安裝發電到除役的服務，可用來確保太陽能電場的安全、品質和效率及投資的確定性；參訪 Bladt 鋼構場，實際勘查海底基座製造與建置工廠及吊裝出口港口，做為我國未來海底基座國產化及周邊港口設備建置之參考。

因應國內將建置風力機機艙動力鏈測試實驗室，安排至德國 Aachen 大學風能驅動中心 CWD (Center for Wind Power Drives)與專家討論建置測試實驗室之土木及機電設備規格以及後續合作事宜。並參觀 LORC 風力機機艙測試實驗室，以及參訪其實驗室設計建置商 R&D A/S 公司，實地了解其風力機機艙動力鏈測試系統之規格、建置場地及實驗室運作狀況，做為國內測試實驗室建置之參考。

貳、出國行程概要

表 1 出國行程概要表

月	日	星期	訪 問 對 象		工 作 內 容	備 註
			國 家	機 構 或 個 人		
11	25 26	六 日	德 國		搭飛機前往法國巴黎， 轉機至德國柏林	
11	27	一	德 國	TUV SUD 公司 CBTL 實驗室	與 TUV SUD 技術交流	
11	28	二	德 國	Center for Wind Power Drives (CWD)	討論機艙動力實驗室顧 問事宜	
11	29	三	德 國	CWD	討論機艙動力實驗室顧 問事宜	
11	30	四	丹 麥		搭機至丹麥哥本哈根	
12	1	五	丹 麥	Bladt Industries 公司 LORC 公司	與 Bladt Industries、 LORC 公司技術交流	
12	2 3	六 日	丹 麥		整理資料	
12	4	一	丹 麥	R&D A/S 公司	與 R&D A/S 公司技術 交流	
12	5 6	二 三	丹 麥		搭機返台	

參、參訪人員名單

表 2 參訪人員名單

姓名	單位	職稱	參與行程
謝翰璋	經濟部標準檢驗局	主任秘書	全程
陳誠章	經濟部標準檢驗局	科長	全程
郭沐鑫	財團法人台灣電子檢驗中心	副研究員	全程
何鎮平	財團法人金屬工業研究中心	組長	全程
陳鍾賢	財團法人金屬工業研究中心	副組長	全程
葉志明	財團法人台灣大電力試驗研究中心	處長	全程

肆、參訪紀要

一、 11 月 27 日(週一)

■ 參訪 TUV SUD 之 CBTL 實驗室

TUV 南德意志集團是專業測試、檢驗、審核、驗證，培訓和知識服務解決方案獨立第三方驗證單位，總部在德國的慕尼黑，是 TUV 組織的成員之一。1866 年以曼海姆為基地建立的蒸汽鍋爐檢驗協會由 21 名蒸汽鍋爐操作員和蒸汽鍋爐所有者組成，旨在保護人員、環境和財產，應對由於新興、基本未知的技術形式產生的風險。1926 在德國正式啟用 TUV mark 及標誌。1992 TUV SUD Taiwan 成立。2008 年在德國全面進行電廠和設備的初步定期測試，2009 年由 TUV SUD 和兩家土耳其合作夥伴成立的 TUV TURK，在土耳其進行車輛檢驗。2010 年收購美國 Global Risk Consultants Corporation (GRC) 公司，是一家全球領先的風險管理和財產損失諮詢公司。2011 年收購南非領先的服務機構，能源產業（Pro-Tec Boiler Inspection and NDT Services）無損材料測試和檢驗服務公司。

TUV SUD 集團旗下能夠提供一整套從太陽能電場設計到除役的測試驗證服務，確保太陽能電場的安全、品質和效率及投資的確定性。專案開始後，PI Berlin 測試實驗室的專家將進行可行性研究，以評估場址位置和系統條件的適當性，包括電網相容性，從而為投資商和項目開發

商提供獨立和公正的收益預估專家報告。

PI Berlin 光電測試實驗室(photovoltaic test laboratory)係由德國國家認可委員會(Die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH - DAkkS)與國際電工委員會電工產品合格測試與驗證組織(Electrotechnical Equipment and Components - IECEE)認可之**驗證機構測試實驗室(Certified Body Testing Lab - CBTL)**，其評鑑認證係依據 DIN EN ISO/IEC 17025:2005 關於測試與校正實驗室能力之一般要求，因此 PI Berlin 之實驗室可進行符合 IEC 61215 太陽光電模組試驗條件之測試實驗。由於 JISC 8917、GB9535 以及 UL1703 皆由 IEC 衍生出來，故 PI Berlin 實驗室可產出依據下列法規之測試報告，受到許多銀行與財務機構認可：

- IEC 61215: 2016 Design qualification and type approval of PV-modules
- IEC 61730: 2016 Photovoltaic module safety qualification
- UL 1703 Standard for safety flat-plate PV-modules
- IEC 61701 ed. 2 PV-modules salt mist corrosion test
- IEC 62716 PV-modules ammonia corrosion test
- IEC TS 62804-1 Detection of potential-induced degradation (PID)

PI Berlin 成立於 2006 年，主要業務包含技術顧問諮詢(technical consultant)、實驗室測試(laboratory test)、研究與發展(R&D)，專注於太陽能光電領域，目前柏林辦公室有 35 人；顧問諮詢方面，包含可行性評估、電能產出評估、供應商與統包商諮詢、合約管理、模組均一性與安裝監督、失效分析檢視等，PI Berlin 專注於太陽光電模組，在太陽能

電廠中光電系統之支撐結構細部設計則非其關注之焦點，其僅做初步設計(preliminary design)以建議細部設計(detailed design)時所需之規格需求，結構設計與台灣狀況類似，係參照建築法規(build regulation)；亦因太陽能模組之支撐結構非其核心技術，故 PI Berlin 尚未有浮體式太陽能電廠之規劃經驗。

其實驗室面積超過 2000m²，相關測試設施均經過其規劃設計，並能符合國際法規需求，可進行之太陽能光電模組測試項目可分為：

- 電力測試(Electrical Tests)
- 機械測試(Mechanical Tests)
- 環境模擬測試(Environmental Simulation Tests)
- 其他測試，如熱影像分析(Thermographic Analysis)、目視檢查(Visual Inspection)、加速老化試驗(Accelerated Aging Test)等。

為確保全球製造商、投資者、統包商有高品質之產品、減低投資風險，PI Berlin 亦於中國大陸蘇州設立，以進行檢測模組、測試樣品、檢視製程品質控管，其實驗室亦具備依前述國際法規測試的能力；在日本方面，三井化工(Mitsui Chemicals Inc. – MCI)為 PV 市場中關鍵材料與模組之供應商，其與 PI Berlin 合作，在 PI Berlin 指導支援下跨入現場工廠檢查(On-site Plant inspection)、可融資方案(Bankability Program)、顧問諮詢服務等，三井化工相關之服務或產出文件可用 PI Berlin 之名發出。

此外，本次參訪亦與 TUV SUD 交流有關太陽光電模組之驗證問

題，討論情境如圖 1 與圖 2 所示，會後由謝翰璋主任秘書代表致贈謝禮，如圖 3 所示。交流之問題與答覆如下：

1. TUV SUD 是否會加入國際電工委員會可再生能源設備驗證互認體系 (IECRE) 以推廣太陽能電廠專案驗證業務？

TUV SUD 已參與 IECRE 之相關活動，目前正在 IECRE 下申請取得國家驗證機構(National Certification Body - NCB)之資格，後續應能提供在 IECRE 下專案驗證之服務。

2. 太陽能電廠驗證之內容為何？世界上之市場需求為何？

專案驗證在太陽能電廠部分並非強制性，然而就 TUV SUD 之經驗來看，技術盡職調查檢視(Technical Due Diligence Inspection)在評估太陽能電廠已有市場需求。

3. 太陽光電模組之結構與防火安全方面，是否有任何認證程序或證書？

太陽能電廠之防火安全相關規範有：

- 太陽光電材料抵抗外部火災能力，如適用於太陽能光電模組之 UL 1703 或當地之建築法規。
- 太陽光電材料之易燃性(ignitability)，如適用於太陽能光電模組之 ISO 11925-1。
- 太陽光電模組帶電部分(live part)之絕緣與絕緣材料之劣化，如適用於太陽光電模組之 IEC 61730-1/-2。
- 適當之電氣絕緣與保護，如 IEC 62446-1: 2016。

- 適當之營運與維護，如 IEC 62446-2: Draft。

4. 在台灣是否有太陽能電廠憑證之推廣？

太陽能電廠憑證目前被視為具有行銷之功能，對太陽能電廠而言，憑證潛在之需求為技術盡職調查報告。



圖 1 與 PI Berlin 測試實驗室同仁討論會議照片



圖 2 與 PI Berlin 測試實驗室同仁討論會議照片



圖 3 贈送見面禮予 PI Berlin 代表

表 3 拜訪 PI Berlin 對方與會人員名單

姓名	單位	職稱
P. Eng. Steven Xuereb	PI Berlin	Head of Business Unit: PV Systems
Romain Penidon	PI Berlin	Project Engineer

二、 11 月 28 - 29 日(週二 - 週三)

■ 參訪 Center for Wind Power Drives (CWD)

CWD(Center for Wind Power Drives)係設於德國 Aachen 大學內，共有 7 個機構參加 CWD 的風力機系統研究計畫，其組織成員如圖 4 所示。圖 5 為 CWD 內部設置的 4MW 風力機動力測試設備，主要係從事風力機研發之用，其風力機動力測試設備係自行研發，並採用 MTS 公司研製的 6 軸負荷加載設備，測試台開發經驗豐富，本次參訪為洽商風力機動力測試設備顧問內容，並邀請國內顧問及產業界一同赴該機構了解測試台開發技術與經驗，以加速動力測試實驗室建置。



圖 4 CWD 組織成員



圖 5 CWD 4MW 機艙測試平台

CWD 參與 WEA-GeR (Testing Cycles to Determine the Robustness of Gearboxes of Wind Turbines, 風力機齒輪箱穩健性測定)及 Project ISO.Wind (Integrated structure monitoring for onshore wind parks, 風場整體風力機結構計算分析), 提升風力機主要元件之可靠度及壽命及以測風塔資料降低風場風力機所受到的應力研究等計畫。

拜訪當日，同時在台灣請國內專家教授及相關產業單位進行共同視訊會議，相互交流意見及問題，會議中討論到 CWD 現有之 4MW 測試平台技術規格，並提出極限扭矩並非測試平台之最優先考量等訊息。CWD 與會代表提出歐洲現行之風力機尚無 10MW 以上之發電機組，並表示若測試平台需對 8MW 以上之風力機機艙進行測試，可能會需要 2 組馬達及齒輪箱才能使扭矩足夠。

CWD 與會代表表示很樂意成為台灣建置機艙動力實驗室的顧問，由台灣方提供相關氣象資料，作為 CWD 方的負載計算條件，協助測試平台性能改進。



圖 6 CWD 視訊會議照片(德方)



圖 7 CWD 視訊會議照片(台方)

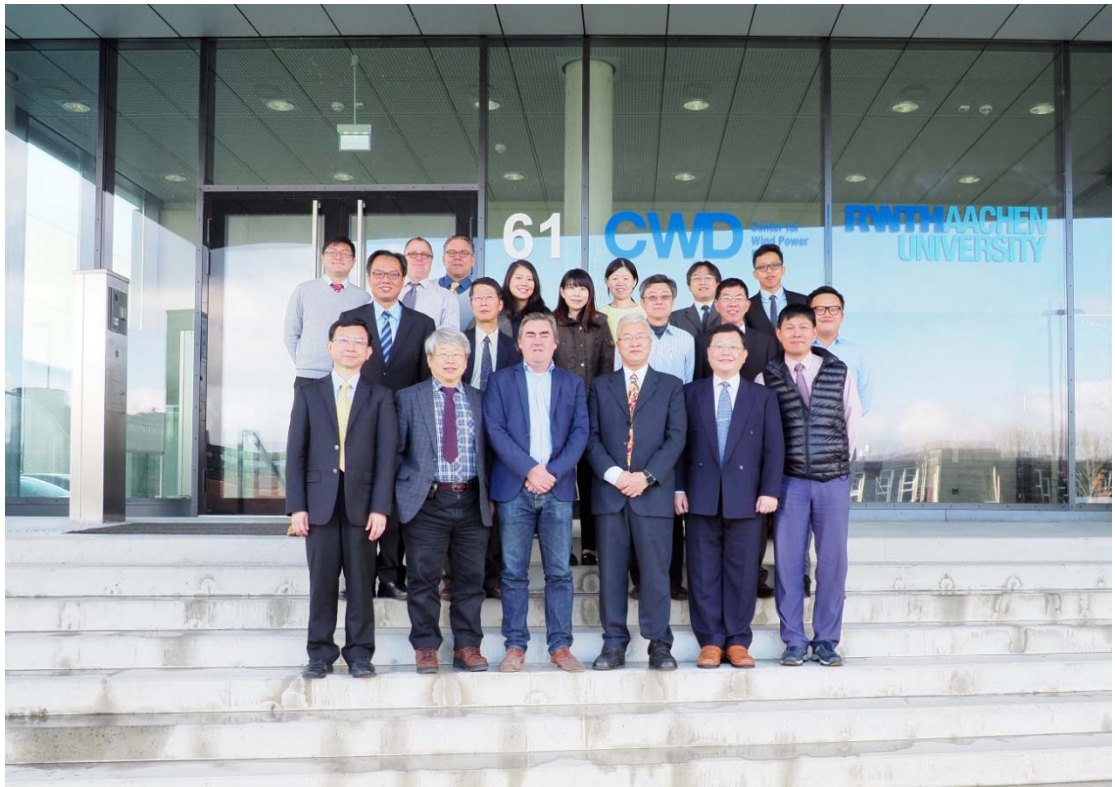


圖 8 會後於 CWD 門口合影留念

表 4 拜訪 CWD 對方與會人員名單

姓名	單位	職稱
Georg Jacobs	CWD	Spokesman of the Board
Ralf Schelenz	CWD	Managing Director
Phil Berling	MTS	Senior Application Engineer
Sven Sagner	MTS	Engineer

三、 12 月 1 日(週五)

■ 參訪 Bladt Industries

Bladt 為一國際鋼構承包商，專精於大型高度複雜鋼構。專營風力機及鑽油平台之基礎建設。創立於 1965，在世界各地設立鑽油平台以及離岸風場。該公司生產海上平台基座、次要站、基樁、直升機平台、Jacket 支架、橋樑港口結構及基礎建設。在 Lindø 設廠原因主要是港口水深足夠且有大型天車，可吊重量達一千噸，工廠佔地面積共達 26972 平方公尺，有四個廠區 Hal, B9, B2, MH4，每個廠區及計畫皆有專屬的專案經理管理，生產部門規模龐大。另一個位於 Aalborg 之工廠，僅單樁和轉接段，已累計生產超過一千個轉接段。

Bladt 於 2002 年成功設立全世界第一座海上變電站，2010 年替世界最大的海上風力發電場倫敦陣列 (London Array)，生產第一階段建置工程的 175 座風力發電機組基礎平台。2017 年成為世界上第一家完成 100 個海上基座製造的公司，在離岸風電領域貢獻良多。

與 Bladt 工業風能和可再生能源部門的高級副總裁 Lars Kristensen 會談如圖 9 和圖 10 所示，主要議題為水下基座之製造以及相關驗證等，Lars Kristensen 表示已於 11 月 22 日拜訪台灣，與世紀鋼鐵結構股份有限公司及台灣國際造船簽署離岸風電海下基座簽署合作備忘錄，期望可帶動台灣本土鋼構產業鏈的技術。討論過程中 Lars Kristensen 提到，Bladt 為現在世界上最大水下基座製造商，但該廠商目前所開發出離岸風力機水下基座最大僅能提供 8MW 風力機使用，更高容量之水下基座仍處於開發階段。



圖 9 與 Bladt 討論會議照片



圖 10 與 Bladt 討論會議照片



圖 11 贈送見面禮予 Bladt 代表副總裁 Lars Kristensen 並合影留念



圖 12 海底基座出口港灣



圖 13 海底基座出口港灣合影



圖 14 海底基座製作工廠參訪

表 5 拜訪 Bladt 對方與會人員名單

姓名	單位	職稱
Lars Kristensen	Bladt	Senior Vice President

■ 參訪 LORC

LORC 全名為 Lindoe Offshore Renewables Centre，CEO 為 Torben Lorentzen 先生，LORC 是一個獨立非營利的機構，由離岸風力機產業、離岸相關廠商於 2009 年共同成立，其目的是為了提高產品可靠性，並且降低離岸風力機之成本，藉由離岸風力機的知識與技術，開發創新、新式測試和示範技術中心，來提高離岸風能的競爭力，其主要測試項目如圖 15 所示。LORC 的主要參與者有：Maersk、Dong Energy、西門子、Vestas、南丹麥大學、奧爾堡大學、FORCE 科技公司、Energinet.dk、DTU、Green labs DK 與電力公司等。



圖 15 主要測試項目

在機艙動力測試項目，此項測試設備約為 175 百萬丹麥克朗，換算台幣約為 8.75 億元，由六個單位及 Nordea 銀行(北歐聯合銀行)共同出資投資而成，目前已有測試過 2MW-8MW 不等的 5 個不同的機種。

參訪團於 106 年 12 月 1 日參觀 LORC 新動力鏈實驗室(R&D 協助建置)，並參觀 LORC 於 11 月 30 日新開幕的機艙動力測試實驗室。該實驗室可對風力機機艙動力鏈進行加速壽命測試(HALT, Highly Accelerated Life Test) ，以及確認機艙的負載反應。整體測試設備為 40m 長，動力鏈測試容量可達 10MW 風力機機艙，能提供 25MNm 彎矩至測試元件以及提供 14.5MNm 機艙主軸軸向扭矩測試能力，預期在 5-6 個月的測試時間後，可相當於 20 年的壽命測試方式。

訪談期間先由謝翰璋主任秘書致贈見面禮給 LORC 執行長 Torben Lorentzen，圖 17 即為雙方合影留念，再由 Torben Lorentzen 先生主持整個參訪會議，LORC 與會代表說明，許多風力機廠商都表示有這些測試項目的需求，因此皆支持該測試設備的建立與整個實驗機構的運作，其中一部分機艙的相關測試比較複雜，故與大學及相關研究單位合作。加上 Lindø 港為全球市占 60%的海下結構廠商所在地，Vestas 的 8MW 的風力機的計畫也在此進行，因此產業上仍是有相當的支持力。



圖 16 LORC 討論會議照片



圖 17 贈送見面禮予 LORC 執行長 Torben Lorentzen



圖 18 LORC 機艙動力鏈測試 (資料來源：LORC)

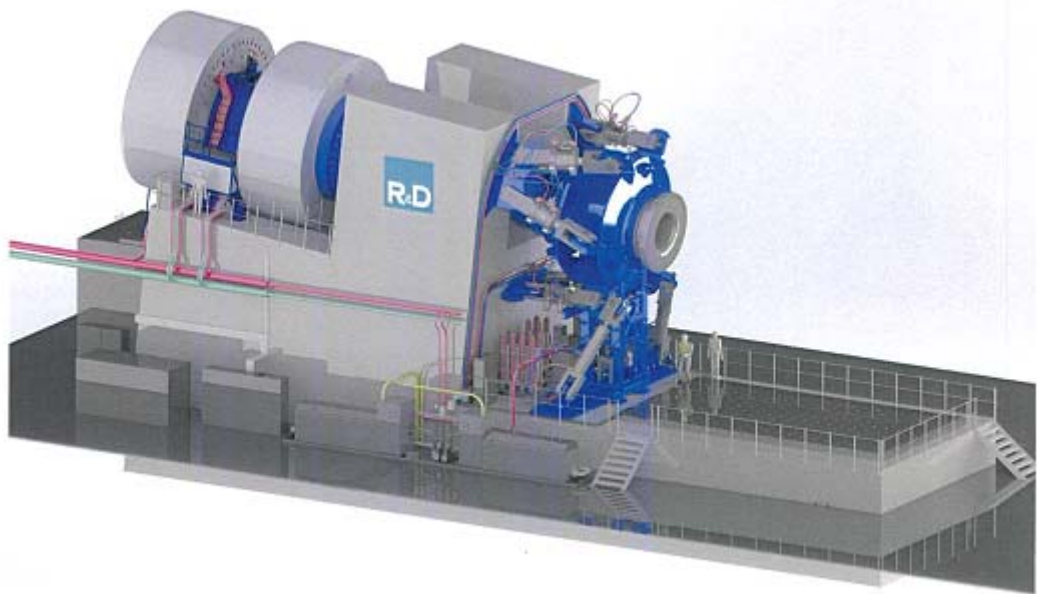


圖 19 LORC 加速壽命測試平台(資料來源：LORC)



圖 20 LORC 加速壽命測試平台(資料來源：LORC)

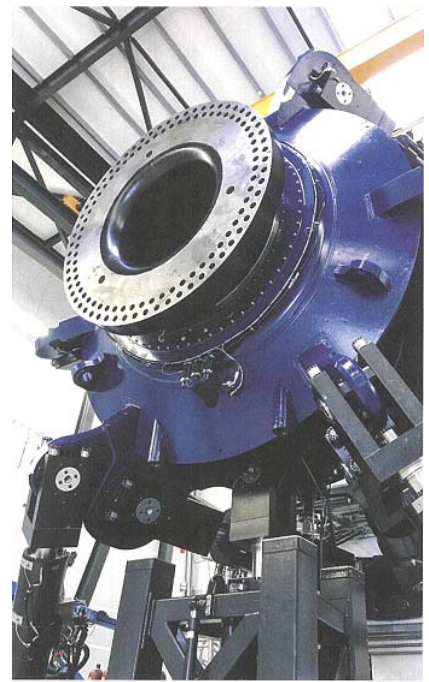
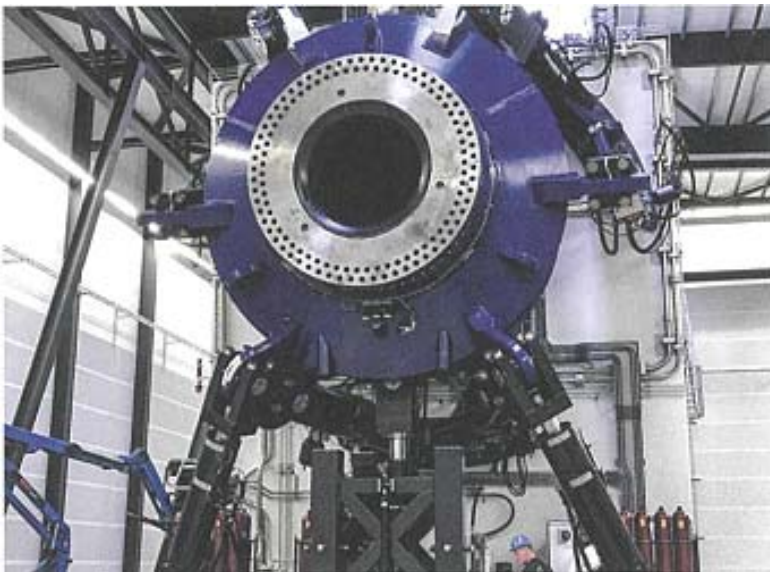


圖 21 LORC 加速壽命測試平台(資料來源：LORC)



圖 22 參訪團於 LORC 加速壽命測試平台合影



圖 23 參訪團於 LORC 動力鏈測試實驗室合影

表 6 拜訪 LORC 對方與會人員名單

姓名	單位	職稱
Torben Lorentzen	LORC	CEO

四、 12月4日(週一)

■ 參訪 R&D A/S

R&D A/S 為一國際工程顧問公司，於 2005 年成立，專長為機械、軟體、液壓系統、文件制定及計劃管理，並提供不同領域的諮詢項目。其與能源產業的合作非常廣泛，在風力發電產業領域與許多業界最大的公司合作已累積超過 300,000 小時的案件經驗，如在 2015 年與 LM wind power(丹麥風機製造商)共同合作建置風場。與顧問公司長期合作之優勢為能夠快速展開新計畫，並能夠快速執行計畫評估等前置作業，大幅減低計畫總時間。

在綠色能源產品發展方面，提供廣泛顧問諮詢，包括各種型式風力機之零組件發展與設計，亦能提供測試系統、工具與結構的解決方案，如下所示：

- 測試系統：
 - 動力機艙/齒輪箱測試台
 - 主軸承測試台
 - 齒輪箱測試台
 - 發電機測試台
 - 緊縮盤測試台
 - 雨蝕測試裝置

- 工具與結構：
 - 處理全世界最大之風力發電機葉片
 - 風力發電機葉片堆疊(共六層樓高)之海上運輸
 - 陸上與離岸風力發電機葉片懸吊臂
 - 風力發電機葉片之運輸
 - 更換風力發電系統主要零組件之特殊解決方案

目前 R&D A/S 在風能領域提供服務涵蓋：

- LC(負載與控制)
- 結構設計(焊接、鑄件、螺栓構造)
- 機械設計
- 發電機設計
- 轉換器設計(Converter design)
- 變流器設計(Inverter design)
- PLC/IPC
- 液壓系統(Pitch & Yaw)
- 結構複合材料設計

R&D A/S 剛協助 LOCR 完成開發對風力機進行壽命加速測試之測試平台。液壓負載模組能重現風力機的控制回饋。負載測試平台之工作扭

矩可以達到 25MNm，可對待測機艙施以 14.5MNm。測試平台能以大型的機械、液壓、電力對風力機進行加速疲勞測試。測試平台中有安全裝置，能限制扭矩出力避免工安問題。

此次接待參訪團為 R&D A/S 的系統測試業務總監 Peter Kattai Ulrikkeholm，於會議中介紹在歐洲經由他們設計建置的測試平台，包含 LORC 新動力鏈實驗室，後續討論議題為針對動力鏈測台的規格及設計建置上提問，R&D 方面則對台灣將發展測試實驗室相當有興趣，也認為他們可提供我方預定之設計規格，預計在 12 月提供初步報價(僅有設備不含土建工程)，待後續擬定赴台灣進行詳細規格之簡報。



圖 24 R&D A/S 討論會議照片

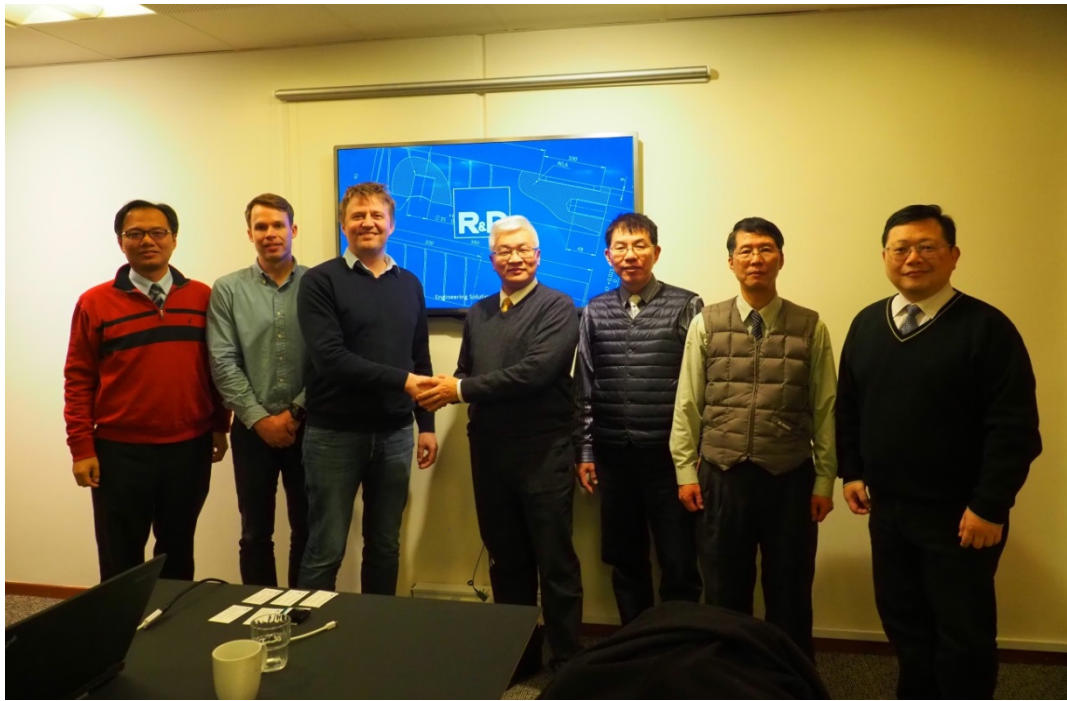


圖 25 與 R&D A/S 人員合影



圖 26 贈送見面禮予 R&D A/S 執行長 Axel Manøne Jepsen

表 7 拜訪 R&D A/S 對方與會人員名單

姓名	單位	職稱
Axel Manøe Jepsen	R&D A/S	Chief Executive Officer
Peter Kattai Ulrikkeholm	R&D A/S	Business Unit Director-Test Systems
Claus Odsbjerg Beck	R&D A/S	Projector Manager





伍、心得

1. CWD 目前測試台最大規格為 4MW，扭矩 3.5MNm，輸出為 14rpm。CWD 表示極限扭矩並非該測試台之主要功能，測試台功能主要為最佳化風力機之行為，而非挑戰風力機的極限強度。市面上目前無現存之 10MW 風力機，無法得知其風力機行為，故無法設計對應的測試程序。
2. 依照 CWD 的經驗，8MW (含)以上風力機就必須使用兩台以上馬達串接或拼接才能達到足夠扭矩輸出。兩台馬達串聯經過齒輪箱降速系統，剛性將較差，不適合使用於需要高速動態反應之測試系統，測試系統若要求高速動態反應建議使用直驅式馬達。
3. 台方可提供具有特殊風況的(如颱風)數據提供給 CWD 用於風力機負載計算。
4. 第一階段 CWD 協助台方採顧問方式在規格制訂與系統建置諮詢。第一階段後雙方可討論採取策略聯盟方式進行技術合作。針對台方派員至 CWD 長期受訓，CWD 表示願意配合，第一階段後再討論執行細節。
5. 台方回國後與國內顧問群討論 CWD 顧問協助項目，提供給 CWD 重新估價。
6. CWD 為風力機機艙測試實驗室建置之顧問人選之一，NEP-II 離岸風力發電召集人江茂雄教授建議顧問內容應沒有包括未來營運部份，研究團隊將於回國後釐清此項議題。
7. Vestas、LORC 及 Bladt 都在 Lindø 港發展風力機技術，Bladt 為目前世界最大水下基座製造商，該廠商目前所開發出離岸風力機水下基座最大為 8MW。更高容量之水下基座仍處於開發階段。

8. R&D 為工程顧問及設計開發設備商，對台灣發展測試實驗室相當有興趣，業已在 106 年 12 月 25 日提供初步報價(僅有設備不含土建)，並於 107 年 1 月 25 日赴本局簡報初步規劃情形。
9. 據此次參訪之各家廠商意見回饋，得知全球各大機艙動力鏈實驗室的測試時程安排皆滿檔，表示此測試項目仍有可投入空間，對於我國建置此實驗室為一大信心保證。
10. TUV SUD PI Berlin 太陽光電模組測試實驗室目前業務主要以委託試驗及盡職調查測試(Due diligence test)為主。由於太陽光電模組產製聚落在東亞，型式試驗較少見於此測試實驗室。
11. Bladt Industries 為國際知名離岸風機基礎鋼構製造商，同時可提供 Jacket 及 Monopipe 風力發電機基礎，歐洲約已設置 3000 支離岸風電，其約占 60%市場。
12. Bladt Industries 與國內世紀鋼構合作，計劃於新北市八里區建廠生產離岸風機鋼構基礎，為國內增加就業機會。
13. 丹麥 LINDØ 工業園區濱臨海港，有 Vestas 風力機組裝廠、Bladt Industries 風力機水下基礎裝配廠、LORC 完整測試實驗室，包括動力機艙之功能、電力品質、加速壽命、機械結構及嚴苛環境等相當完整，及裝卸所需之各類大型吊車等，都集中在此區，規劃相當完善。產品完成組裝及測試後即可直接裝船運至安裝現場。我國離岸風電之發展可參考丹麥 LINDØ 工業園區之模式規劃。
14. 根據 R&S 之建議規劃機艙動力鏈測試平台時，要考慮到測試設備之零組件取得的問題，如馬達、齒輪箱、軸承等是否有供應商能配合，特別是測試裝置容量超過 10MW 以上時；預算也是重要的考量因素。

陸、附件

拜訪人員名片：

 <p>Center for Wind Power Drives</p> <p>Prof. Dr.-Ing. Georg Jacobs Spokesman of the Board</p> <p>RWTH AACHEN UNIVERSITY</p> <p>CWD Campus-Boulevard 61 52074 Aachen GERMANY</p> <p>+49 241 80-95635 +49 241 80-92256 +49 160 4770715</p> <p>georg.jacobs@cwd.rwth-aachen.de www.cwd.rwth-aachen.de</p>	 <p>Center for Wind Power Drives</p> <p>Prof. Dr.-Ing. Ralf Schelenz Managing Director</p> <p>RWTH AACHEN UNIVERSITY</p> <p>Campus-Boulevard 61 52074 Aachen GERMANY</p> <p>+49 241 80-96797 +49 241 80-92885</p> <p>ralf.schelenz@cwd.rwth-aachen.de www.cwd.rwth-aachen.de</p>
<p>Peter Kattai Ulrikkeholm Business Unit Director – Test Systems B. Sc. Mechanical Engineering</p> <p>E-mail: peu@rdas.dk Mobile: +45 2611 8084 Phone: +45 6325 2070 Web: www.rdas.dk</p> <p>R&D Delta 4 DK-8382 Hinnerup</p> <p>Engineering Solutions & Consulting</p>	<p>Torben Lorentzen Chief Executive Officer</p> <p>+45 23 303 383 tl@lorc.dk</p> <p>LORC</p> <p>LORC Linde Offshore Renewables Center</p> <p>Kystvejen 100 5330 Munkebo Denmark</p> <p>+45 70 230 430 lorc@lorc.dk www.lorc.dk</p>
<p>Axel Manøe Jepsen CEO B.Sc. Mechanical, CBA</p> <p>E-mail: axj@rdas.dk Mobile: +45 2011 7920 Phone: +45 8110 3200 Web: www.rdas.dk</p> <p>R&D Delta 4 DK-8382 Hinnerup</p> <p>Engineering Solutions & Consulting</p>	<p>Claus Odsbjerg Beck Project Engineer M. Sc. Mechanical Engineering</p> <p>E-mail: cob@rdas.dk Mobile: +45 2063 5021 Phone: +45 6325 2016 Web: www.rdas.dk</p> <p>R&D Delta 4 DK-8382 Hinnerup</p> <p>Engineering Solutions & Consulting</p>
<p> Taipei Representative Office in Denmark</p> <p>胡修銘 Hsiuming Hu Trade Manager Economic Division</p> <p>Amaliegade 3,2 Floor DK-1256 Copenhagen K, Denmark</p> <p>Tel:(45)33123505 Fax:(45)33933916 E-mail:troeddk@mail.dk</p>	<p> 駐丹麥臺北代表經濟組</p> <p>經濟秘書 李彥翰</p> <p>丹麥·哥本哈根 電話:(45) 33123505 傳真:(45) 33933916 E-mail:denmarklee699@gmail.com troeddk@mail.dk</p>



TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Westendstraße 199
80686 Munich
Germany
Phone +49 89 5791-1860
Fax +49 89 5791-2404
Mobile +49 160 3601924
ferdinand.neuwieser@tuv-sued.de
www.tuv-sud.com

Ferdinand Neuwieser
Managing Director

TUV®

P. Eng. Steven Xuereb
Head of Business Unit:
PV Systems



+49 30 814 52 64 -403
+49 171 450 08 88
+49 30 814 52 64 -101
xuereb@pi-berlin.com
www.pi-berlin.com

PI Photovoltaik-Institut Berlin AG
Wrangelstraße 100
10997 Berlin
Germany



國立臺灣大學
工程科學及海洋工程學系



江 茂 雄 教授
系主任

能源國家型計劃 NEPII 離岸風能及海洋能主軸中心 召集人
德國Aachen工業大學 工學博士
先進流體傳動控制實驗室



校址：10617 台北市羅斯福路4段1號
電話：(02) 3366 3730 / 傳真：(02) 2392 9885
E-mail: mhchiang@ntu.edu.tw
<http://homepage.ntu.edu.tw/~mhchiang>



Phil Berling
Senior Application Engineer
Direct 952.937.4352
Mobile 612.532.6600
phil.berling@mts.com



MTS Systems Corporation
14000 Technology Drive
Eden Prairie, MN 55344-2290 USA
952.937.4000, Fax 952.937.4515
www.mts.com

ISO 9001
Registered Quality
Management System

TÜV SÜD Asia Ltd. Taiwan Branch
台北市北投區中央南路二段37號7樓
郵遞區號：11270
電話：+886-2-2898-6818 Ext.320
傳真：+886-2-2895-1598
手機：+886-975-170-370
客服專線：+886-2-2898-2212
E-mail: lawrence.lee@tuv-sud.tw
www.tuv-sud.tw



李晉儀
經理
工業服務部



TUV®

PHOTOVOLTAIK-INSTITUT BERLIN

Photovoltaik-Institut Berlin AG – Module technology
Testing | Consulting | Development | Research

Romain Pénidon, M.Sc.
Project Engineer

Phone: +49 (0) 30 81 45 264 -206 | Fax: +49 (0) 30 81 45 264 -101
Mail: penidon@pi-berlin.com | www.pi-berlin.com
Wrangelstr. 100 | 10997 Berlin

科技 部

中華民國駐德國代表處科技組

組 長
林 東 毅 博士/教授
借調自國立高雄大學化材系教授

電 話：+49 228 302 307 傳真：+49 228 302 308
E-mail: lindy@most.gov.tw 網址：www.most.gov.tw
地 址：Ahrstr. 45D, D-53175 Bonn, Germany



Dipl. - Ing. (FH) Sven Sagner
Application Engineer Structures Tel.: +49 (0) 30 81002-8199
Energy & Civil/Structural +49 (0) 40 6960-7946
Workport Unit 6 Mobil: +49 (0) 170 971 6302
Papenreye 65 22453 Hamburg E-mail: sven.sagner@mts.com

MTS Systems GmbH
Hohentwielsteig 3
D-14163 Berlin-Zehlendorf
Tel.: +49 (0) 30 81002-0
Fax: +49 (0) 30 81002-8100
Internet: www.mts.com



PI Photovoltaik Institut Berlin

Company Presentation

Taiwanese Delegation, Berlin, 27.11.2017

PI Photovoltaik-Institut Berlin AG

Agenda

- Introductions
- PI Berlin
- CB Scheme
- Latest PV Standards
- Lab Tour
- Cooperation Opportunities

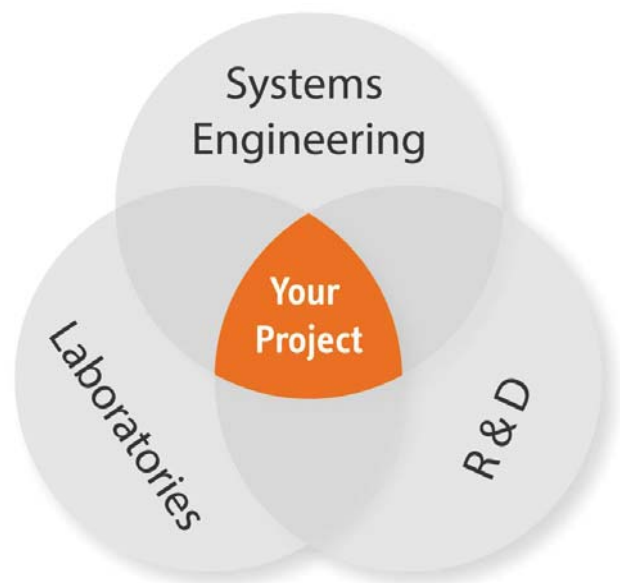
- Who we are
- Our presence
- Our services
- Our products
- Case studies
- Our value-add



Customer-oriented Independent PV Experts

From solar cells to the power plant, PI Berlin supports your solar project as a **customer-oriented independent expert**.

With our internationally focused team of experts, PI Berlin provides a wide spectrum of inspection, planning and consultation services. The core of our work is the **implementation and quality assurance for complex PV projects**. Our expert advice guides customers through all processes, from the production of modules to the approval of the completed power plant.



Our Customers



Management Team

Founders of PI Berlin and Board



Dr. Paul Grunow

PhD Physicist
Co-founder of Q Cells and Solon; Head of Lab Services



Prof. Dr. Stefan Krauter

PhD Electrical Engineer
Co-founder of Solon



Sven Lehmann

Dipl.-Ing. Electrical Engineer
Founder of Solar Experts



Operational Management

Steven Xuereb

P. Eng. Mechanical Engineer
Head of PV Systems



Dr. Lars Podlowski

PhD Physics
Member of Board
Head of PV Module Technology
and R&D Services

International Presence and Activities



PI China

- Location: Suzhou, Jiangsu Province, China
- Ownership: 47% PI Berlin, 33% Sunsky, 20% Dr. Yang (China)
- Licence for PI Berlin technology, brand and business model
- Inauguration: Sept 2012
- Accreditation: Aug 2013 by CNAS
- Employees: 29
- Services in China: Lab testing, factory inspections, field services inside Golden Sun Project in China (authorized by CGC)



Mitsui Chemicals

- Location: Tokyo headquarters & Sodegaura R&D centre
- Ownership: 100% Mitsui Chemicals Japan
- Licence of PI Berlin technology, brand and business model
- Business start: 2014
- Services in Japan: lab testing, factory inspections, field services



Our Services for PV Plants

Development phase

Assessment of

- Feasibility
- Energy yield
- Suppliers + EPCs
- Contracts



Construction phase

Supervision of

- Module quality
- Installation
- Provisional acceptance



Operation phase

Inspection for

- Failure analysis
- End of warranty
- Claims
- Re-finance / Acquisitions

We accompany you through all of the phases of your plant!

Our Services for Module Quality

Evaluation phase

Assessment of

- Production lines
- Suppliers
- PV Modules



Production phase

Supervision of

- Module Production
- Manufacturer's QC
- Packaging



Testing phase

3rd Party Testing of

- PV Modules
- Materials
- Components

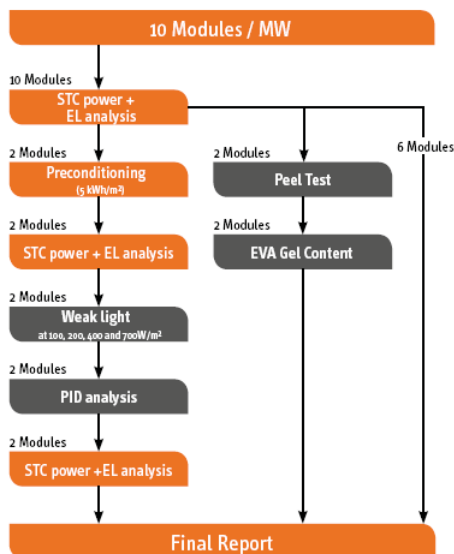
Qualification of PV Modules

Accredited Test Laboratory according

- IEC 17025 for all relevant PV IEC standards and own developed test methods



Our Products



Capacity Building

- PI Berlin offers **customized courses** such as:
 - Design, Construction, Commissioning and Quality Control of Grid Connected PV Plants
 - Investment Risks Associated with PV Plants
 - PV Module Quality Testing and Standards
- The courses are **targeted** to:
 - Project developers, EPCs, government officials, installers, lenders, investors and trainers
- **References** to date include:
 - University of Antafogasta, Chile
 - NISE in India
 - Centre for Energy, BPPT, Indonesia
 - Mitsui Chemicals, Japan
 - IRESEN, Ministry of Energy, Morocco
 - PowerEdge, Singapore and Hong Kong



Our Added Value

PI Berlin delivers the following key benefits that make us an ideal Technical Advisor :

- **One-stop shop** for all technical advisor services – due diligence, lab testing (including in China and in Japan), factory inspections, on site inspections
- **Unrivalled expertise** along the complete PV module supply chain – cells, EVA, manufacturing methods and assembled modules
- **In-house research and development** ensures most current issues are considered and evaluated – e.g. PID, micro-cracks, soiling, thin film
- **Accredited laboratory** (1 of 3 in Germany) ensures that results from module testing will be accepted by all parties involved in the project
- **Fast and flexible** team that can react quickly from our central European, Chinese and Japanese locations



Your independent solar advisers!

Contact us:

PI Berlin
Steven Xuereb
xuereb@pi-berlin.com
www.pi-berlin.com

SOLAR PV TESTING

Testing and Qualifying of PV Modules



Basic Information about Standardization, Certification and Accreditation

Agenda

- 1 Overview of International Standardization work
- 2 Overview of the National Quality Infrastructure in Germany
- 3 Overview of International Certification Systems
- 4 Market Requirements on PV Modules
- 5 The Role of an Accredited Testing Laboratory

Basic Information about Standardization, Certification and Accreditation

- 1 **Overview of International Standardization work**
- 2 Overview of the National Quality Infrastructure in Germany
- 3 Overview of International Certification Systems
- 4 Market Requirements on PV Modules
- 5 The Role of an Accredited Testing Laboratory

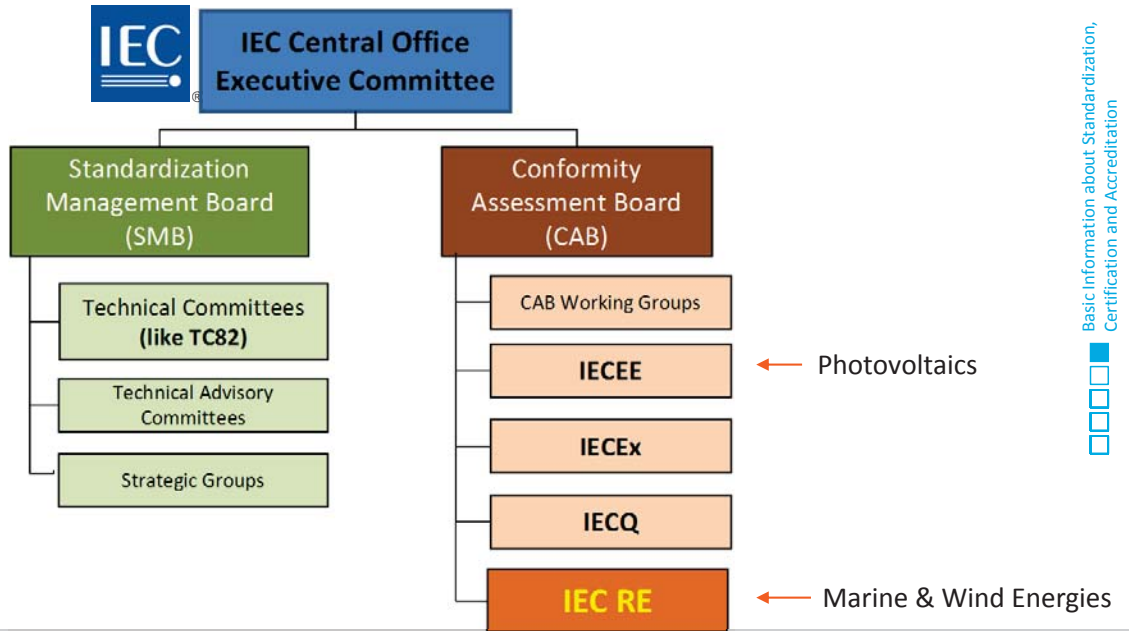
1 Overview of International Standardization work



International Electrotechnical Commission

*The **International Electrotechnical Commission (IEC)** is the world's leading organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.*

Overview of International Standardization work



Overview of International Standardization work

Roles & Responsibilities

- Standards Management Board (**SMB**)
 - Technical Committees => Write the standards
 - Manage nomination of experts and voting by National Committees
- Conformity Assessment Board (**CAB**)
 - Assessment Schemes => Evaluate implementation of standards in specific situations
 - Manage accreditation of Certifying Bodies

1 Overview of International Standardization work

Standards Development Process: IEC publications



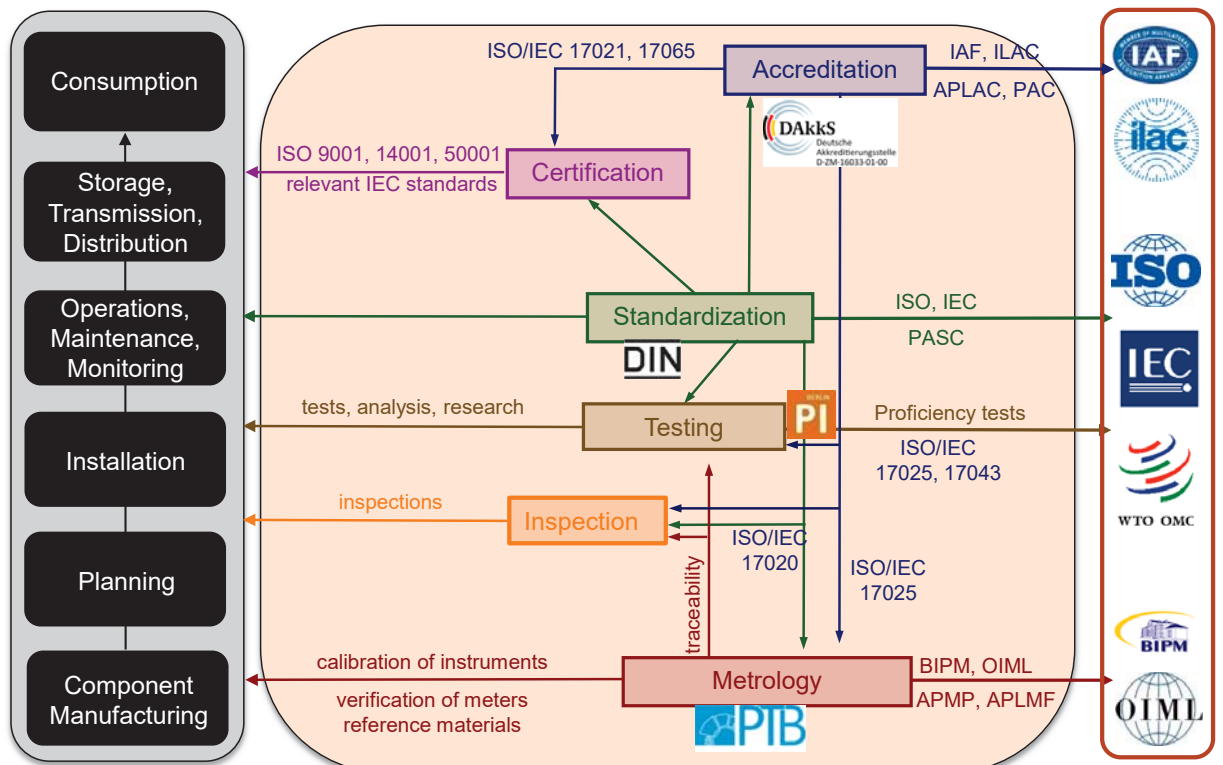
1 Overview of International Standardization work

Stages in Standard Development

<u>Stage</u>	<u>Document</u>
1. Preliminary stage	Preliminary work item (PWI)
2. Proposal stage	New proposal (NP)
3. Preparatory stage	Working draft (WD)
4. Committee stage	Committee draft (CD)
5. Enquiry stage	Committee draft for vote (CDV)
6. Approval stage	Final document for international standard (FDIS)
7. Publication stage	International standard (IS)

Basic Information about Standardization, Certification and Accreditation

- 1 Overview of International Standardization work
- 2 **Overview of the National Quality Infrastructure in Germany**
- 3 Overview of International Certification Systems
- 4 Market Requirements on PV Modules
- 5 The Role of an Accredited Testing Laboratory



Source: PTB

Basic Information about Standardization, Certification and Accreditation

- 1 Overview of International Standardization work
- 2 Overview of the National Quality Infrastructure in Germany
- 3 **Overview of International Certification Systems**
- 4 Market Requirements on PV Modules
- 5 The Role of an Accredited Testing Laboratory

3 Overview of International Certification Systems

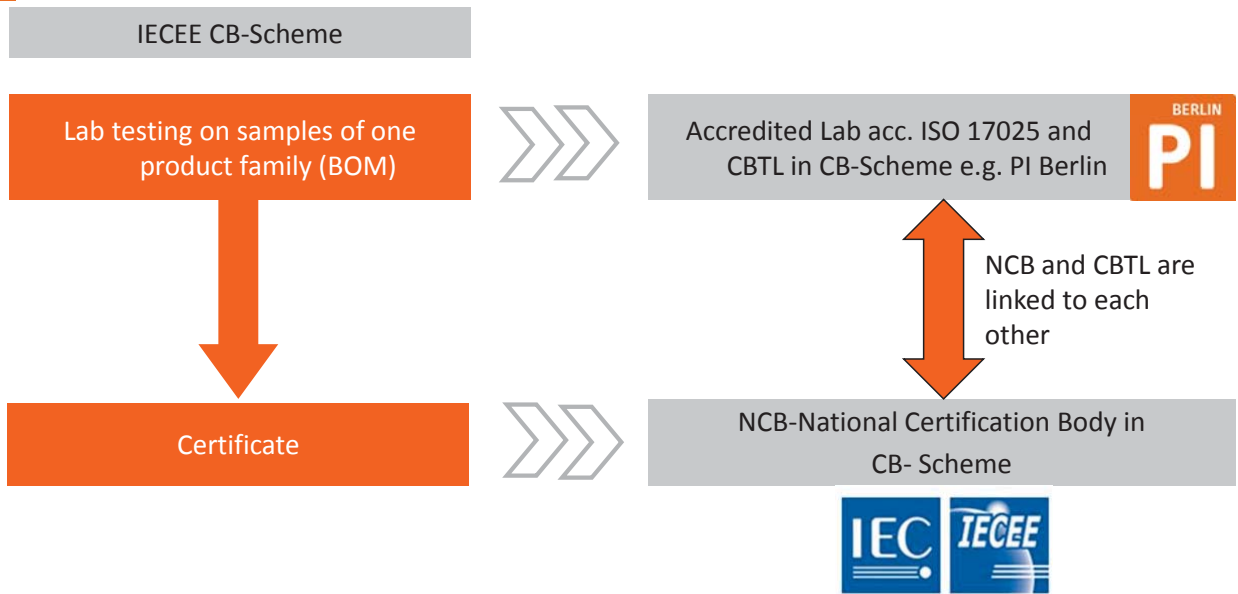
There are two Certification Systems

- In-house certification systems
 - Own internal rules and requirements of certification bodies (CB)
- IECCE CB-Scheme
 - IECCE - IEC System for Conformity Testing and Certification of Electrical and Electronic Components, Equipment and Products
 - CB-Scheme – Certification Bodies Scheme

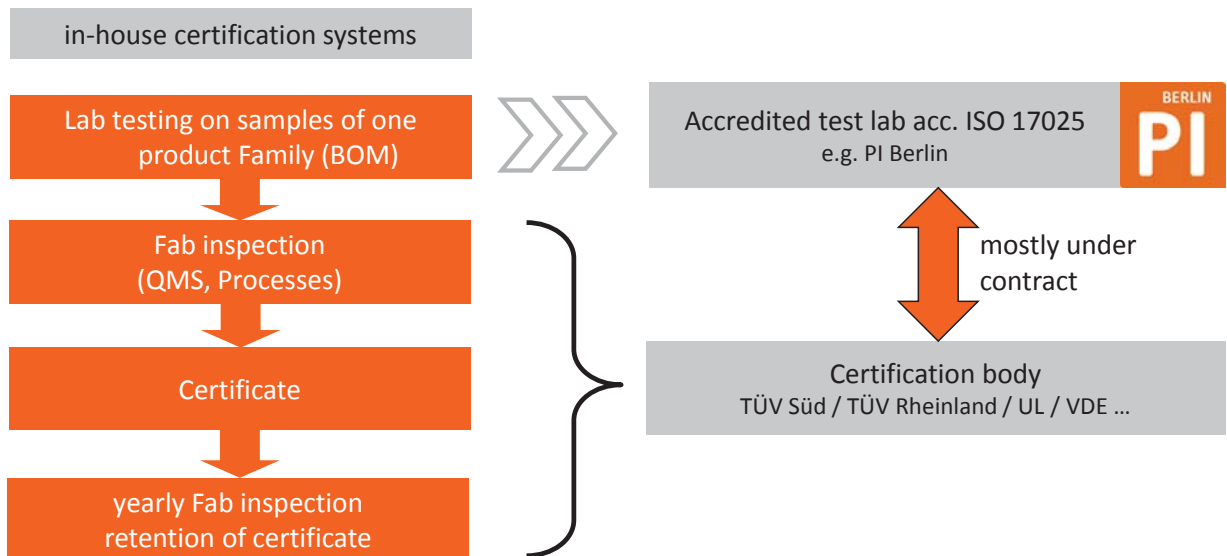


International System for mutual acceptance of testing reports and certificates

Overview of International Certification Systems



Overview of International Certification Systems



Overview of International Certification Systems

in-house certification systems

Advantage:

- flex. interpretation of gaps in standards
- conduction of factory inspection
- periodical factory inspection

Disadvantage:

- different interpretation of gaps in standards
- own reports, often hard to read
- no harmonized procedure between NCB's



IECEE CB-Scheme

Advantage :

- gaps can be quick closed (CTL-Decision Sheet)
- one report template
- harmonized procedure between NCB's

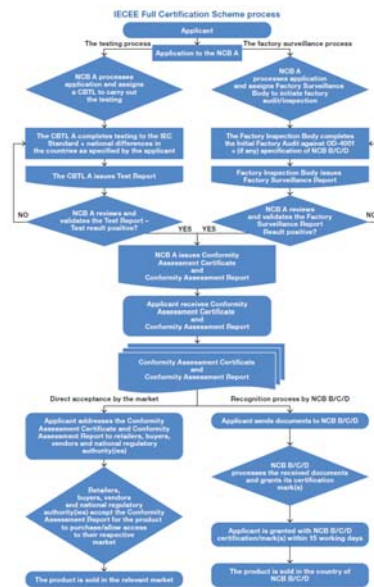
Disadvantage :

- no flex. interpretation of gaps in standards
- no factory inspection
- no detailed reports

Overview of International Certification Systems

IECEE Full Certification Scheme process (IECEE CB FCS)

- Advantages almost combined
- Gaps can be quick closed (CTL-Decision Sheet)
- One report template
- Harmonized procedure between NCB's
- Conduction of factory inspection (initial and/or periodic)



Source: IEC

Basic Information about Standardization, Certification and Accreditation

- 1 Overview of International Standardization work
- 2 Overview of the National Quality Infrastructure in Germany
- 3 Overview of International Certification Systems
- 4 Market Requirements on PV Modules**
- 5 The Role of an Accredited Testing Laboratory

4 Market Requirements on PV Modules

Minimum Requirements

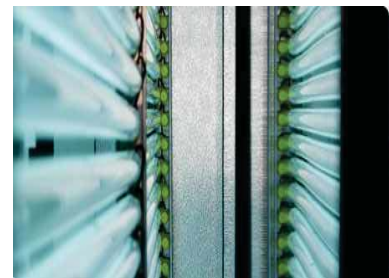
- Compliance with valid quality standards
- Compliance with valid safety standards
- Compliance with the guaranteed product specification
- Constant quality of products
- Compliance with the guaranteed energy yield
- Long time stability, Low maintenance



4 Market Requirements on PV Modules

Most Market Relevant Standards

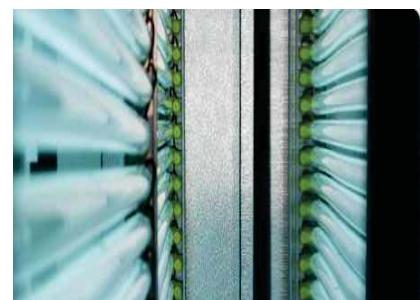
IEC 61215:2005 (EN 61215:2005)
Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules - Design qualification and type approval
IEC 61646:2008 (EN 61646:2008)
Thin-film terrestrial photovoltaic (PV) modules - Design qualification and type approval
IEC 61730:2007
Photovoltaic (PV) module safety qualification - Part 1: Requirements for construction
Part 2: Requirements for testing
IEC 61730:2014
Flat Plate Photovoltaic Modules and Panels



4 Market Requirements on PV Modules

New Most Market Relevant International Standards

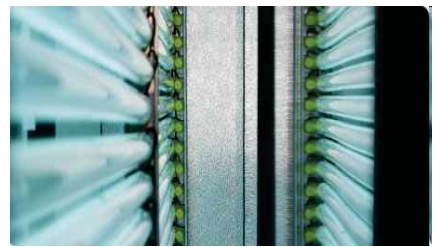
IEC 61215:2016
Terrestrial photovoltaic (PV) modules - Design qualification and type approval
IEC 61215-1-Part 1 Test requirements
IEC 61215-2-Part 2 Test procedures
IEC 61215-1-1- Crystalline Modules
IEC 61215-1-2- Cadmium Telluride (CdTe) Modules
IEC 61215-1-3- Amorphous silicon Modules
IEC 61215-1-4- Cu(In,Ga)(S,Se) ₂
IEC 61730:2016
Photovoltaic (PV) module safety qualification
Part 1: Requirements for construction
Part 2: Requirements for testing
UL 1703:2014
Flat Plate Photovoltaic Modules and Panels



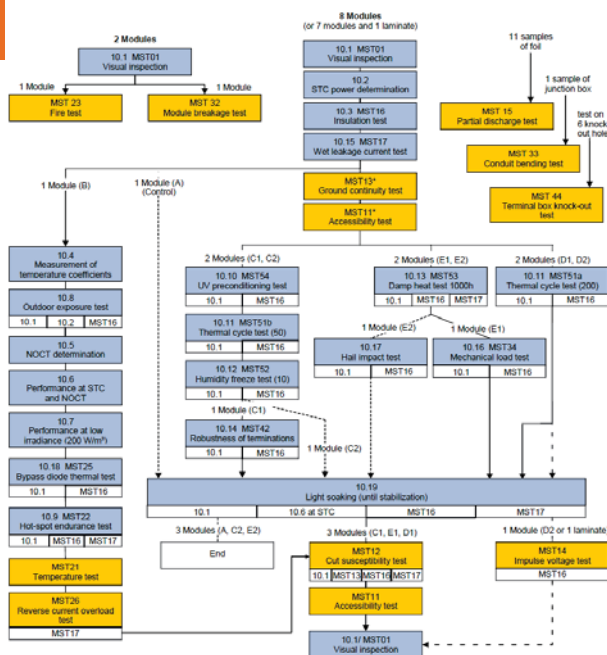
4 Market Requirements on PV Modules

Other Market Relevant International Standards

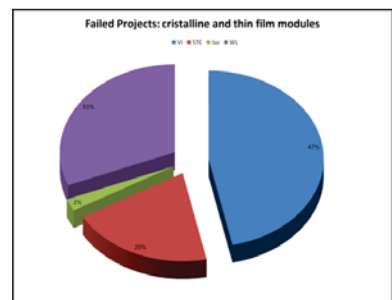
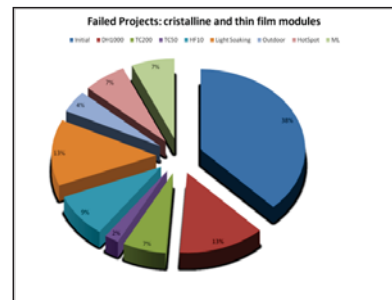
- IEC 61701 Edition 2.0
Salt mist corrosion testing of photovoltaic modules
- IEC 61853
PV module performance testing and energy rating
Part 1 – Irradiance/temperature performance measurements + power rating
Part 2 - Spectral responsivity, incidence angle, module operating temperature
- IEC 62716
PV modules - Ammonia corrosion testing
- IEC TS 62804
PV modules - Test methods for detection of potential-induced degradation
Part 1: Crystalline silicon



4 Market Requirements on PV Modules



Failed certification projects (2007-2015)



4 Market Requirements on PV Modules The Updates

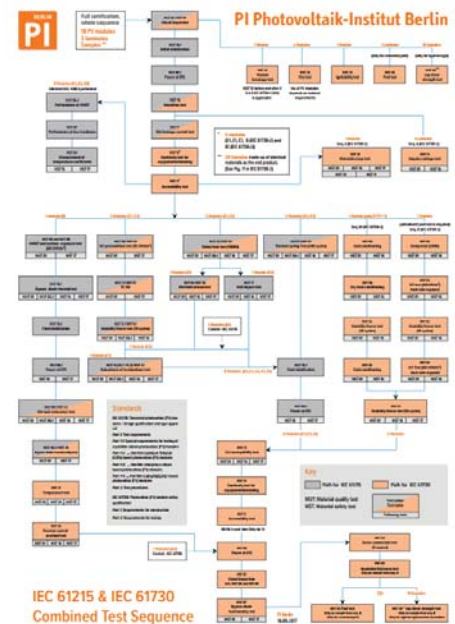
IEC 61215:2016 - Design qualification and type approval

Consideration of LID : Independent from the cell technology, every module is tested for its sensitivity to an initial light induced degradation

Evaluation of module power has been technically adjusted and the measured power of each test sample must be adjusted strongly from the nominal value

Replacement of NOCT (nominal operating cell temperature) by NMOT (nominal operating module temperature) with a respectively changed test procedure

Bypass diode thermal test, Measurements the temperature coefficients, etc.



4 Market Requirements on PV Modules

Most the test procedures has been technically adjusted and new tests have been added

IEC 61730:2016 - Part 1: Requirements for construction

Components used in or on a PV module, (J-box, cables, connectors, etc.) will also have to comply with the relevant component standards

Introduction of new concepts: pollution degree, material group, clearance distance, etc.

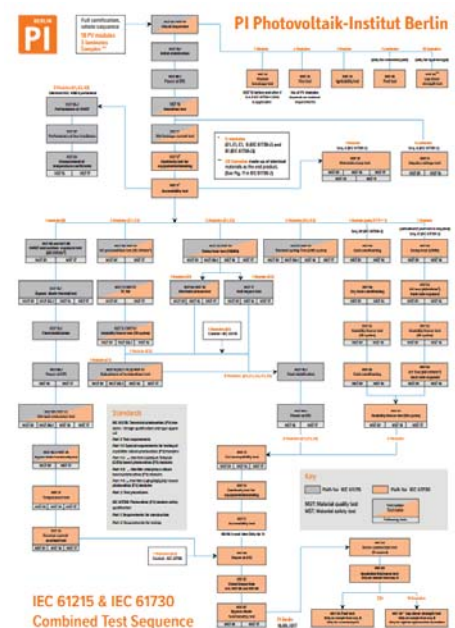
IEC 61730:2016 - Part 2: Requirements for testing

Updated test sequences, especially the introduction of sequence B and B1

MST 05 Durability of markings, MST 06 Sharp edge test, MST 33 Screw connections test and MST 37 Materials creep test

MST 23 Fire Test (new reference), MST 24 Ignitability test

MST 35 Peel test and MST 36 Lap shear strength test



4 Market Requirements on PV Modules

Attention!

Standards are helpful to check for minimum requirements.
But they do not reflect the state of the art.

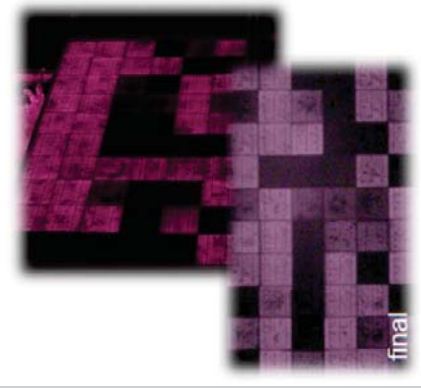
Delamination



Snail tracks



PID



4 Market Requirements on PV Modules

Challenges:

- Samples are chosen by the manufacturer (Golden Module)
- Sampling rate too low (~0,00026% and less)
- In standards and CB-Scheme no factory inspection is required
- In standards and CB-Scheme no regular quality checks are required
- Missing expertise of some laboratories and certification bodies handling twilight zones
- Fast rising market
- No consideration of new materials and technologies by the standard
- Missing but relevant tests within type approval

Hypothesis (worst case):

- one module type with 275W will be certified, sampling (11 modules)
- certificate will be valid for 5 years (average world wide)
- production capacity of 275 MW/year (1,000,000 modules/year)

That means 11 modules represent the quality of 5,000,000 modules!
(~0.00026% sampling)

Basic Information about Standardization, Certification and Accreditation

- 1 Overview of International Standardization work
- 2 Overview of the National Quality Infrastructure in Germany
- 3 Overview of International Certification Systems
- 4 Market Requirements on PV Modules
- 5 **The Role of an Accredited Testing Laboratory**

5 The Role of an Accredited Testing Laboratory

From theory to practice



5 The Role of an Accredited Testing Laboratory

Requirements – Accreditation of a testing laboratory

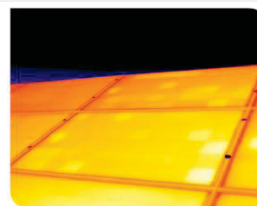
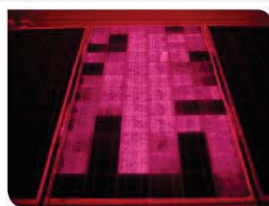
- Working QMS
- Technical expertise
- Quality audits have to be conducted
- Improvements / Corrective actions
- Round robin tests must be conducted
- Calibrations (DKD traceability)
- Periodic training for staff members
- Proven independency
- Protection of quality standards of measurement results
- Assessment by DAkkS in periodic intervals



5 The Role of an Accredited Testing Laboratory

With Additional Skills to a Renowned Testing-Lab

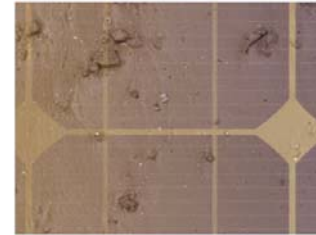
- Challenges / problems / expectations of the market have to be identified, verified and solutions has to be offered
- Development of new relevant tests (state of the art)
- Development of new relevant services (state of the art)
- Exchange of experiences and alignments with other testing labs (Round robins / Research topics / Procedures)
- Being part of the standardization process (Standardization committee-DKE)



5 The Role of an Accredited Testing Laboratory

Conclusions – State of the Art

- Quality tests beyond the standard
 - *Extended IEC Tests*
 - *New tests, new services*
 - *Higher sample rates*
- Various requirements of investors
 - *Banks have their own quality requirements*
- Project specific test requirements
 - *Desert and tropical environment*
- Quality control becomes an important role for solar projects



5 The Role of an Accredited Testing Laboratory

Need of Additional Quality Control (QC)

- Due to the existing certification system it is impossible to avoid the need of additional quality control for every single solar project to minimize the risk of investment!
- Requirements of QC module testing for solar projects:
 - *Minimize the risk of investment as much as possible*
 - *Needs to be as fast as possible*
 - *Reasonable cost*

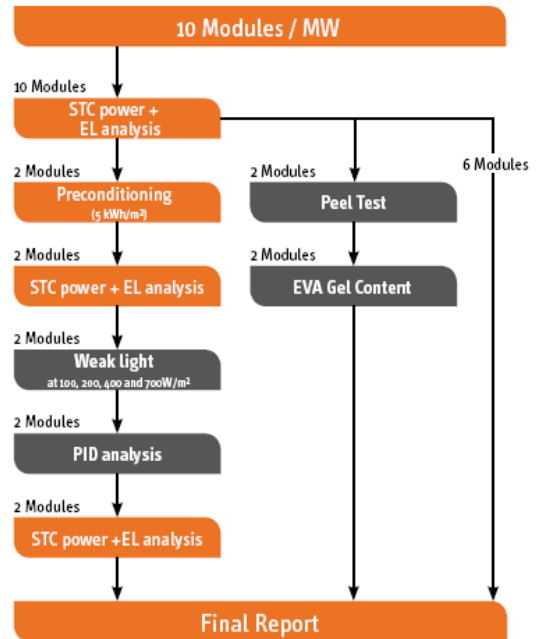
As a compromise between time, costs and risk
a fixed test package is needed which covers the main quality problems

... even in PV power plant projects!

5 The Role of an Accredited Testing Laboratory

Quality Package 1

- 10 modules per MW of a specific project (~0.25% sampling)
- Cycle duration to the final result: 1 week

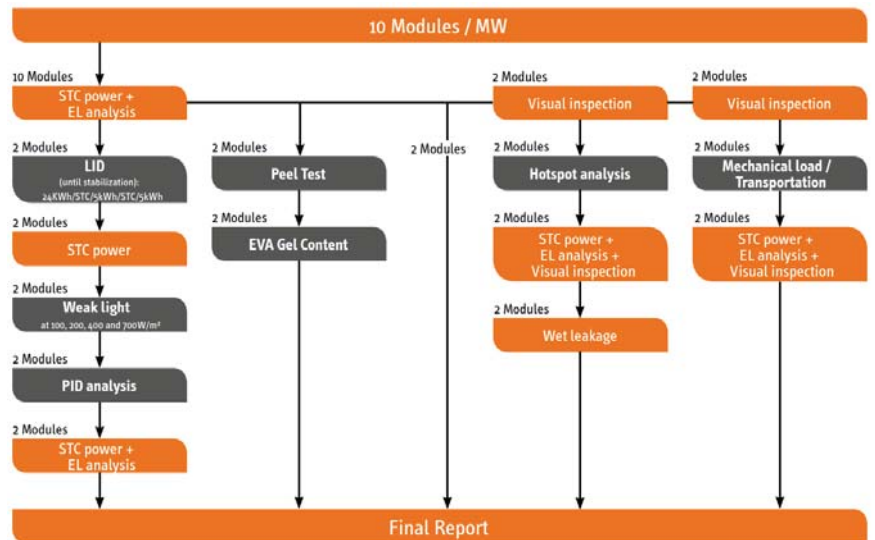


Basic information about Standardization, Certification and Accreditation

5 The Role of an Accredited Testing Laboratory

Quality Package 2

- 10 modules per MW of a specific project (~0.25% sampling)
- Cycle duration to the final result: 1 week





Thank you for your attention!