

出國報告（出國類別：其他）

## 德國布萊梅產業交流訪問(開會)

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：林明成/副處長

派赴國家：德國

出國期間：106/5/16~106/5/20

報告日期：106年6月26日

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：德國布萊梅產業交流訪問(開會)

頁數 45 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司/陳德隆/02-23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

林明成/台灣電力公司/再生能源處/副處長/04-26580151

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：106/5/16~106/5/20 出國地區：德國

報告日期：106 年 6 月 26 日

分類號/目

關鍵詞：

內容摘要：

經濟部能源局與德國在台協會的合作下，2015 年、2016 年分別在台舉辦「臺德綠色能源政策論壇」、「臺德能源轉型論壇」，以展開能源領域之實質交流。其後並促成 2016 年 12 月臺德簽署「臺德能源轉型領域合作意向共同宣言」。此行希藉由參訪會議，在既有的基礎下持續深化臺德間在能源轉型之關係，與尋求產業合作可能的機會。

本次出國任務主要係針對離岸風電開發有關之重件碼頭設施與管理、風機抗颱規範、風機製造與驗證、現場施工與界面管理、風場營運管理等項目分別進行參訪。依序參訪之機構、廠家包含：布萊梅市政廳、布萊梅投資機構、布萊梅商會、Fraunhofer 風能暨能源系統機構、SENVION 風力機製造公司、近岸風場 Nordergrunde、布萊梅港港務公司、布萊梅港區及 Eurogate 碼頭物流公司、Falck 海事安全訓練中心，並參與台德離岸風電交流座談會議。

透過本次參訪會議，吸取德國布萊梅港務公司、風能實驗室及風機製造商、近岸風場施工之技術及管理經驗，作為本公司承租台中港重件組裝碼頭及推動彰化離岸風電示範風場、區域風場等開發、施工及運維之參考。

# 目錄

|   |     |
|---|-----|
| 一、 行程表與團員名單.....                              | 1   |
| 二、 目的.....                                    | 3   |
| 三、 過程說明.....                                  | 4   |
| (一) 布萊梅市政廳 (Bremen Town Hall).....            | 4   |
| (二) 布萊梅投資機構 (Bremen Invest).....              | 6   |
| (三) 布萊梅商會 (Bremen Chamber of Commerce).....   | 8   |
| (四) Fraunhofer 風能暨能源系統機構 (IWES).....          | 9   |
| (五) 台德離岸風電交流座談會 (B2B 產業媒合).....               | 101 |
| (六) SENVION 風力機製造公司.....                      | 134 |
| (七) 近岸風場 Nordergrunde (wpd group).....        | 156 |
| (八) 布萊梅港港務公司 (Bremenports GmbH & Co. KG)..... | 178 |
| (九) 布萊梅港區及 Eurogate 碼頭物流公司.....               | 21  |
| (十) Falck 海事安全訓練中心.....                       | 24  |
| 四、 心得與建議事項.....                               | 267 |
| 五、 附件及參考資料.....                               | 30  |
| 附件 1、5/17 我方於台德座談會簡報.....                     | 30  |
| 附件 2、5/18 wpd 簡報.....                         | 42  |
| 附件 3、5/19 布萊梅港務公司簡報.....                      | 45  |

## 圖目錄

|   |    |
|---|----|
| 圖 1、能源局蘇金勝主秘贈禮品布萊梅參議員 Martin Günthner.....          | 4  |
| 圖 2、聽取 ONP Management 導覽布萊梅市政廳.....                 | 4  |
| 圖 3、Bremen Invest 向台灣訪問團作簡報.....                    | 6  |
| 圖 4、葉片測試場能量.....                                    | 9  |
| 圖 5、多自由度傳動鏈測試平台(DyNaLab).....                       | 9  |
| 圖 6、能源局蘇主秘說明我國離岸風電政策與願景.....                        | 12 |
| 圖 7、我方簡報台灣離岸風電推動現況與策略.....                          | 12 |
| 圖 8、布萊梅港 SENVION 公司.....                            | 14 |
| 圖 9、SENVION 公司風機機艙內關鍵零組件裝配線現場.....                  | 14 |
| 圖 10、Nearshore Wind Farm Nordergrunde 訪問團出發前合影..... | 16 |
| 圖 11、Nearshore Wind Farm Nordergrunde 遠眺圖.....      | 16 |
| 圖 12、布萊梅哈芬港離岸風力產業聚落.....                            | 19 |
| 圖 13、大象腳(Elephant's foot).....                      | 19 |
| 圖 14、水下基礎載運.....                                    | 20 |
| 圖 15、布萊梅港 OTB 計畫示意圖.....                            | 20 |
| 圖 16、布萊梅港鳥瞰圖（圖片來源：EUROGATE）.....                    | 22 |
| 圖 17、布萊梅港風電碼頭規劃圖（圖片來源：EUROGATE）.....                | 22 |
| 圖 18、GEOSEA THOR 於本團參訪當日停靠布萊梅港進行作業.....             | 23 |
| 圖 19、於本團參訪當日仍有許多風機塔架置於碼頭後線等待出口作業 ...                | 23 |
| 圖 20、中心經理 Neilsen 先生介紹訓練器材.....                     | 24 |
| 圖 21、訪問團於 Falck 訓練中心外合影留念.....                      | 25 |

## 一、 行程表與團員名單

行程表

| 日期               | 行程   |
|------------------|--|
| 106/05/16 (Tue.) | 1. 拜會布萊梅市政廳 (Bremen Town Hall)                                   |
|                  | 2. 拜會布萊梅投資機構 (Bremen Invest)                                     |
|                  | 3. 拜會布萊梅商會 (Bremen Chamber of Commerce)                          |
| 106/05/17 (Wed.) | 4. 參訪 Fraunhofer 風能暨能源系統機構 (IWES)<br>— 葉片測試場、動態機艙測試實驗室 (DyNaLab) |
|                  | 5. 參加「台德離岸風電交流座談會」   |
| 106/05/18 (Thu.) | 6. 參訪 SENVION 風力機製造公司  |
|                  | 7. 參訪 Nordergründe 離岸風場  |
| 106/05/19 (Fri.) | 8. 拜會布萊梅港港務公司 (Bremenports GmbH & Co. KG)                        |
|                  | 9. 參訪布萊梅港區及 Eurogate 碼頭物流公司                                      |
|                  | 10. 參訪 Falck 海事安全訓練中心  |
| 106/05/20 (Sat.) | 回程   |

## 二、 目的

本次出國任務主要係針對離岸風電開發有關之重件碼頭設施與管理、風機抗颱風規範、風機製造與驗證、現場施工與界面管理、風場營運管理等項目分別進行參訪。依序參訪之機構、廠商包含：布萊梅市政廳、布萊梅投資機構、布萊梅商會、Fraunhofer 風能暨能源系統機構、SENVION 風力機製造公司、近岸風場 Nordergrunde、布萊梅港港務公司、布萊梅港區及 Eurogate 碼頭物流公司、Falck 海事安全訓練中心，並參與台德離岸風電交流座談會議。

透過本次參訪會議，吸取德國布萊梅港務公司、風能實驗室及風機製造商、近岸風場施工之技術及管理經驗，作為本公司承租台中港重件組裝碼頭及推動彰化離岸風電示範風場、區域風場等開發、施工及運維之參考。

### 三、過程說明

#### (一) 布萊梅市政廳 (Bremen Town Hall)

■ 時間：5月16日(星期二)上午

■ 會談/接待人員：

Senator Martin Günthner, Minister of Economic Affairs,  
Labour and Ports

Christian Gutschmidt, Director International Affairs at the  
Ministry of Economic Affairs, Labour and Ports

■ 會談/參訪紀要：

參議員 Martin Günthner 曾於 2016 年 10 月率團出訪台灣，此次代表德國聯邦布萊梅府政府接待台灣的訪問團。持續能源供應和過渡轉型是二十一世紀世界各地面臨的主要挑戰之一，德國主打了“Energiewende”(德語)，意為能源轉型計畫，目標是發展再生能源，以取代化石燃料及核燃料，過渡到可持續經濟。

在日本福島事故發生後，台灣同德國對於增加再生能源的目標一致，希望帶來綠源供應以及能源獨立的優勢。在幾週前隨著德國新型風電場發展的競標制，經過了過去幾年的穩定學習曲線，現在可以在沒有或幾乎沒有補貼的情況下提供離岸風電。德方表示從長遠來看，離岸風電不僅是環保永續的，在價格上也很有競爭力。

布萊梅是國際貿易非常活躍的一個地方，但在風能方面亦為領導者之一。在 1990 年代初布萊梅安裝第一台陸域風力發電機，2002 年開發了世界上第一台海上 MW 級的風力發電機的原型機。德方表達期許我方藉著此行能深入了解布萊梅提供的價值鏈範圍，促進雙邊合作的機會。

最後，我方在歷史悠久的市政廳參觀，德方也詳細介紹了這個歷史悠久的城市和這座偉大的建築。



圖 1、能源局蘇金勝主秘致贈禮品予布萊梅參議員 Martin Günthner



圖 2、聽取 ONP Management 導覽布萊梅市政廳

## (二)布萊梅投資機構 (Bremen Invest)

■ 時間：5月16日(星期二)下午

■ 會談/接待人員：

Matthias Hempen, Director Asia

Dieter Voss, Cluster Manager Wind Energy

■ 會談/參訪紀要：

布萊梅港座落於北海之濱，為德國第一大出口港，且為排名全球第25大之貨櫃碼頭，為全球企業進入歐洲市場的重要門戶，已扮演超過1200年貿易樞紐的角色。

布萊梅市市民有671,000人，但區域人口高達2,700,000人，就業人口人均GDP 75,236歐元，為德國第十大綜合性工業城市以大學和研究機構為基礎，設有航太及離岸風電的高科技研究中心，具有高競爭力的人力資源。

布萊梅主要的產業聚落包括：物流工業(Ports, transport, warehouse, logistics)、國際貿易、汽車工業、食品工業、航太工業、海事工業及風電產業：

1. 散裝貨櫃：物流產業為布萊梅及布萊梅港重要的經濟支柱，亦提供當地大量的工作機會。萊梅港口水深超過15公尺，2016年貨櫃運量約550萬TEU，每日透過空運、海運、鐵路運送至歐洲內陸，與台灣每週有定期航線。
2. 汽車進出口：布萊梅港是歐洲最大的汽車港，擁有完善的汽車轉運及倉儲設備，與連結製造廠及歐洲內陸的交通網絡。德國、東歐和北歐的進出口汽車大部分是在此中轉；2016汽車運量超過200萬台，主要出口至美國、東亞及中東，進口則主要來自日本、韓國及美國。
3. 汽車製造：布萊梅擁有600多家汽車零件供應商，且為Mercedes-Benz全世界最大的汽車生產地，Mercedes-Benz在地員工12,000人，每年生產超過

324,000 台汽車。除了小轎車外，布萊梅港還轉運挖掘機、起重機和重型機械設備等。

4. 離岸風電：布萊梅港是德國最重要的離岸風電發展基地，擁有離岸風電的專用港口及完整的產業鏈，工業區內有 Areva、Repower、WeserWind 等離岸風力的上下游企業。另外，當地的造船和航海技術，也能做為離岸風電產業研發、維運的後盾。



圖 3、Bremen Invest 向台灣訪問團作簡報

### (三)布萊梅商會 (Bremen Chamber of Commerce)

■ 時間：5月16日（星期二）下午

■ 會談/接待人員：

Torsten Grunewald

■ 會談/參訪紀要：

布萊梅商會的工作方向是，檢討基礎建設在規劃過程中的經濟需求，也為為經濟結構轉型階段的企業，提供廣泛的諮詢服務，特別是新創企業。另外，對於企業接班人問題的協助、租稅優惠及補貼信息，當然還有與政治機構的對話。

由於所有的投資決策都需要可靠的經濟數據，商會也會定期發布經濟報告，為布萊梅經濟活動提供代表性的概況分析。商會會進行相關遊說活動，制衡國家官僚體系，為經濟提供更多的機動空間。同時提供信息通信技術（ICT）以及勞動保護領域提供各種信息和諮詢服務。

另外，商會另一項重要功能是，擔任公共採購機構與工商業之間重要的中介角色，為聯邦布萊梅州提供合同諮詢，向聯邦布萊梅省的企業提供有關公共採購合同的所有問題的建議。當公共機構查詢公共工程等時，向他們提供合適的公司名單。

商會也協助跨境業務，在布萊梅以出口導向型外貿的情況下，協助企業進入國外市場，並安排與全球銷售合作夥伴和供應商的聯繫。也為來自非歐盟成員國的公司的投資者和商業領袖提供實際幫助，獲得居留許可，並與負責外國人的地方當局密切合作。

就涉及國際業務的融資和法律問題提供意見，就海關和外貿立法問題提供諮詢意見，反傾銷程序問題和有關補貼方案的問題。

#### (四) Fraunhofer 風能暨能源系統機構 (IWES)

■ 時間：5 月 17 日（星期三）上午

■ 會談/接待人員：

Dr. Antje Wagenknecht

■ 會談/參訪紀要：

Fraunhofer Institutes 為德國也是目前歐洲最大的應用研究機構，致力於學術研究與產業應用間之橋樑，類似工研院，但規模大許多。研究範圍係針對人類生活上的各種需要，包括健康、安全、通訊、流通、能源及環境等方面，有 60 多個研究所。IWES 則是風力發電系統相關技術的主要研究單位，位於德國布萊梅港區(Bremerhaven)，超過 170 家企業及研究單位聚集在此處，建構完整的離岸風能產業鏈。

本次來到風能研究部門 Wind Energy and Energy System Technology，首先參觀風力機葉片測試場(Rotor Blade Test Site)，可進行葉片之靜態及動態測試，包括極限及疲勞負荷；接著參觀多自由度風力機傳動鏈(power-train)測試平台(DyNaLab)，可測試最大達 10 MW 機組。傳動鏈是影響風力機可靠度及發電成本最關鍵次系統，DyNaLab 可模擬風力機實際承受之各種可能負載狀況，以縮短研發修改及測試驗證之時間與成本；並提供風力機組傳動鏈於實驗室之完整試驗，降低風力機於安裝後之故障風險，大幅提升機組可靠度及可用率。



## Rotor

### Qualification of composite materials and components

- 70- and 90-meter testing facility certification approval
- Accredited testing of specimens and components

### Industrialized manufacturing

- Experimental tests in the “BladeMaker” demonstration center
- Validation testing of manufacturing processes and materials
- CNC-controlled production cell with 2 cooperating 6-axis gantries



7/12

**Fraunhofer**  
IWES

圖 4、葉片測試場能量



## Drive trains and grid connection

### DyNaLab with 10 MW drive performance / peak 15 MW

- Nominal torque: > 8.6 MNm
- Rotor load application unit for dynamic bending moments, thrust and radial forces
- Artificial grid: 44 MVA installed inverter power
- Technical reliability of mechatronical systems
- Planning and implementation of system tests, accelerated lifetime tests
- Model validation



6/12

**Fraunhofer**  
IWES

圖 5、多自由度傳動鏈測試平台(DyNaLab)

#### (五) 台德離岸風電交流座談會 (B2B 產業媒合)

■ 時間：5 月 17 日 (星期三) 下午

■ 德方交流單位：

Foreign Trade Promotion and International Affairs, Bremen;  
WAB (the Wind Energy Agency); Green Giraffe (renewable energy finance specialist); Bremenports; BIS (Bremerhaven economic development company); DOC (Deutsche offshore consult); OWEN BREMEN; fk-wind (Institute of wind energy); IMS Nord; ONP; SIEM offshore contractors; STELLWIND; Flack safety services; wpd offshore 等單位

■ 會談紀要：

本座談會由布萊梅經濟官員及能源局蘇主秘共同主持，蘇主秘說明我國離岸風機推動之緣起、必要性及具體推動作為，並強調政府推動離岸風機之決心，期待透過離岸風機的推動，達成我國再生能源推廣目標，並有效帶動整體產業鏈與技術升級，續由工研院報告「Status of Offshore Wind Development in Taiwan」之相關細節。

德方對於我國離岸風機推動之目標與決心有深刻體認，且均表示德國當時的情形與推動過程更為嚴峻，我國目前的目標與推動進程規劃完整，在預定時間內若按部就班具體執行，定能達到設定的目標。

雙邊討論重點續轉為德國由「固定電價制」改變為「競標制」之緣起。德國離岸風電原採用固定躉購電價，提供產業長期而穩定的發展環境，而隨著產業鏈成熟與完整，決定於 2021~2025 年之過渡階段(Transition Period)採用競標制度。2017 年 4 月舉辦第一次，預計 2018 年 4 月舉辦第二次，每次各釋出 1.55 GW 之裝置容量，合計 3.1 GW，而得標廠商須於 2021~2025 年間完工商轉。2017 年 4 月第一次競標

結果，由德國廠商 EnBW 與丹麥 Dong Energy 兩家廠商共四個風場得標，其中三個風場政府無補貼金額，完全由自由市場售電。德方專家表示「零補助」之主要原因為，得標業者均以未來 10~15 MW 風力機組進行規劃，成本應可降低，並預期未來自由市場電價將會提高。而德國於 2026~2030 年將採政府主導之競標模式(Centralized Model)，規劃將朝向荷蘭、丹麥模式，亦即由政府先規劃開發區域，並完成調查作業與併網設施，然後再開放業者競標。

德方以自身設置經驗提出建議，未來應多注意離岸風電建置中的關鍵風險問題，尤其台灣具氣候及環境之特殊性，相關風險可能來自於水下環境條件與狀況、海象及相關氣候、工作船舶的選用與配合度、港埠至作業現場與陸地物流狀況、基礎設施建構的時程，都可能成為未來進行離岸風電開發時遭遇的議題。

德方相關單位對於我國港口基礎建設之進度表示關心，並詢問是否能有效滿足離岸風機安裝及製造之基本條件。台中港務公司則表示開發之規劃已完成，目前正進行招標作業，未來將提供更高規格的基礎設施，加大承載重為 50 噸/平方公尺。



圖 6、能源局蘇金勝主秘說明我國離岸風電政策與願景



圖 7、我方簡報台灣離岸風電推動現況與策略

## (六)SENVION 風力機製造公司

- 時間：5 月 18 日（星期四）上午
- 會談/接待人員：  
SENVION 市場部經理及生產線工程師等
- 會談/參訪紀要：

位於布萊梅港區的 SENVION 風機公司前身為 REPower(圖 1)，是全球投入離岸風力機組之先驅，是最早開發出 5 MW 機組的公司，近年來因整併，由印度 Suzlon 風機公司投資經營。德國 2010 完成之第一座 Alpha Ventus 離岸示範風場，即採用 6 部 REPower 5 MW 機組。

該公司市場部經理強調其主要市場策略為不斷技術創新，不僅領先市場開發更大容量之離岸機組，目前亦積極投入浮動式風力機(Floating Wind Turbine)之研發。

隨後訪問團參觀其機艙製造工廠，此行獲得許可於遠方進行其裝配線拍照(圖 9)，包括風機轉子驅動軸上的各關鍵零組件如輪殼、剎車、軸承、轉向器及齒輪箱與發電機及其他附屬配件等風機機艙內各關鍵零組件的從組裝到測試之作業流程。

SENVION 風機市場仍相當大，除歐洲外，南美如巴西、智利及阿根廷也為其主要市場。一行人受邀參觀其風機生產裝配，對於巨大的零組件與每個裝配區分開測試裝配組裝，留下深刻印象。於 SENVION 午餐後，訪問團即前往布萊梅港區碼頭，登上接駁船前往位於北海離岸約 16 公里興建中的 Nordergrunde 離岸風廠。



圖 8、布萊梅港 SENVION 公司



圖 9、SENVION 公司風機機艙內關鍵零組件裝配線現場

### (七)近岸風場 Nordergrunde (wpd group)

- 時間：5 月 18 日（星期四）下午
- 會談/接待人員：  
Achim Berge Olsen, Managing Director
- 會談/參訪紀要：

該風場位於德北威希河河口附近，處於 12 海浬領海範圍內，離岸約 15 公里，本次搭乘德國 wpd 公司安排之工作船，參訪名聞遐邇的 Nearshore Wind Farm Nordergrunde，團員於出發前在碼頭邊合影(圖 10)。工作船沿著布萊梅港貨櫃碼頭緩慢前進，出港後全速航行，約 1 小時到達所在地。

wpd 公司利用航程時間進行介紹，該專案 2003 年取得規劃許可，2008 年遭環保團體抗爭與法院訴訟，2011 年才與邦政府以及環保組織達成協議。專案分風機(WTG)、基礎(FOU)、場區海纜(IAC)、離岸變電站(OSS)、基礎與風機之運輸與安裝(INS)等 5 家 EPC 負責施工及安裝。原定 2016 年建造完成，目前風機、海纜、基礎均已安裝完成，惟因離岸變電站包採 Muti-contracting，且履約不順，故延至 2017 年第 3 季安裝完成，第 4 季才能正式運轉。規格簡列如下：

1. 總裝置容量 111MW
2. 總投資金額約 411 百萬歐元
3. 保證躉購電價每度電 19.4 歐分，為期 8 年
4. 開發商 wpd 約佔 1/3 股權，並由銀行提供專案融資
5. 水深小於 10.3 公尺
6. 年平均風速約 9.3 公尺/秒
7. 18 架 Senvion 6MW 機組，設計使用年限 25 年
8. Senvion 提供 10 年維修服務、單樁基礎
9. 電網營運商負責電網與離岸變電站之連接



圖 10、Nearshore Wind Farm Nordergrunde 訪問團出發前合影



圖 11、Nearshore Wind Farm Nordergrunde 遠眺圖

## (八) 布萊梅港港務公司 (Bremenports GmbH & Co. KG)

■ 時間：5 月 19 日 (星期五) 上午

■ 會談/接待人員：

Robert Howe, Geschäftsführer Managing Director

Stefan Färber, Abteilungsleiter Interne Dienste Head of Internal Services

Christian Hein, Abteilungsleiter Hafententwicklung Head of Port Development

Uwe Will, Senatsrat a.D.

■ 會談/參訪紀要：

Bremenports GmbH & Co. KG 為布萊梅港管理公司，屬於布萊梅邦政府 100% 控股公司。該公司提供港口規劃，具備建設基礎設施運營和維護工程和開發能力。布萊梅港之經營型態為一地主港角色，布萊梅港務公司負責碼頭及後線土地之基礎建設、維護鐵路和疏浚，至於碼頭場域內所需要之重件吊裝機具、運輸車輛或倉儲建築物，則由承租業者視個案需要自行興建經營，布萊梅港務公司房東的角色，僅收取土地租金及港灣費用，維持港埠開支。布萊梅港務公司主要管理 3 大區域及功能說明如下：

### 1. Bremerhaven(外港)

貨櫃碼頭：每年約 550 萬 TEU 吞吐量

汽車碼頭：每年約 230 萬輛汽車

客運碼頭：作為郵輪母港，每年約 7 萬名旅客

修造船區：目前有 3 家公司進行修船業務

### 2. Bremerhaven (漁港)

離岸風力專區：風機設備製造及測試區

食品加工區

修造船區

### 3. Bremen :

眾多臨港企業如於威悉河沿岸進行生產和加工

離岸風電專用碼頭位於外港，碼頭長度 500 公尺，後線土地約 25 公頃。離岸風電產業園區位於漁港(圖 12)，包含水下基礎、葉片、機艙組裝及測試區，該區重件碼頭長度為 280 公尺，水深 7.10 -8.10 公尺，土地承載力 7 噸/每平方公尺。機艙於碼頭邊裝船，利用重鋼版增加承載力；水下基礎則於生產廠房至碼頭邊緣安裝軌道，以軌道裝船載運至外港。在外港水下基礎專用碼頭長度 900 公尺，承載力 10 噸/每平方公尺，直接以軌道自船上卸至陸地上。

由於布萊梅港海床屬泥質土壤，安裝船下樁時容易造成真空現象，為因應各種安裝船規格與下樁條件，布萊梅港務公司採取措施如下：

- 海床：目前可因應 6 種安裝船型，spud can 面積約 80~160 平方公尺、承載力約 65~188 噸/每平方公尺，可採直靠方式，離碼頭岸壁需 24 公尺之安全距離。
- 大象腳(Elephant's foot)：因部分安裝船並無 spud can，布萊梅港公司特別海床面設置 4 隻「大象腳」，以混凝土版(直徑 11 公尺、厚度 1.25 公尺)及鋼環(直徑 9 公尺、5.5 高度)，並在鋼環裡放入碎石料，供安裝船下樁(圖 13)。

布萊梅港離岸風電產業聚落目前座落於漁港區，風力機設備於廠房生產後裝船至外港重件碼頭，面臨布萊梅港產業製造區與外港重件碼頭，須經過裝卸 2 次搬運。無法將風機設備直接載運出港問題，布萊梅港刻正執行 OTB 計畫(offshore Terminal Bremerhaven)，規劃取得 260 公頃土地，作為風力發電機組生產和物流區，以解決港口基礎設施和運輸需求(如圖 14、圖 15)。



圖 12、布萊梅哈芬港離岸風力產業聚落

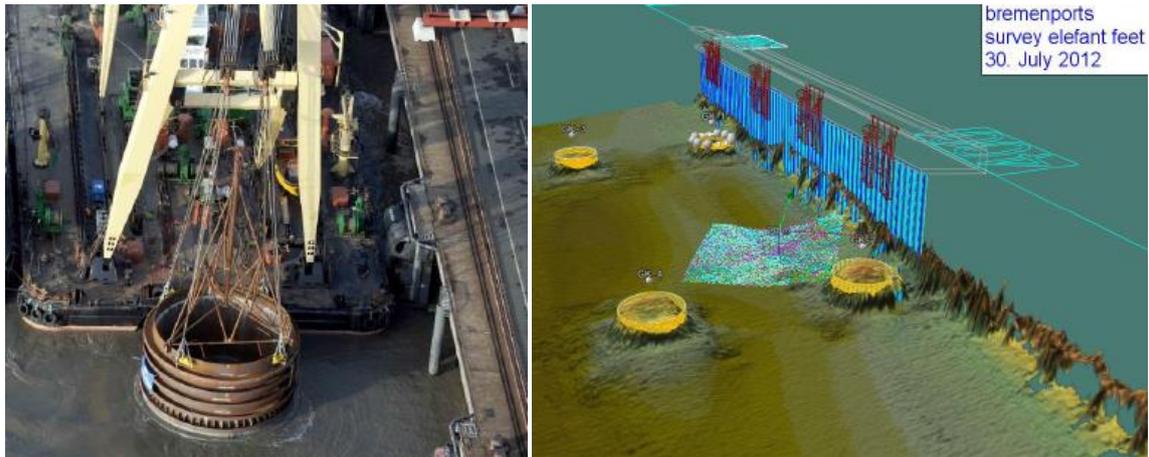


圖 13、大象腳(Elephant's foot)



圖 14、水下基礎載運



圖 15、布萊梅港 OTB 計畫示意圖

### (九) 布萊梅港區及 Eurogate 碼頭物流公司

■ 時間：5 月 19 日（星期五）上午

■ 會談/接待人員：

Nina Distler

■ 會談/參訪紀要：

EUROGATE 是由 EUROKAI 及 BLG LOGISTIC 於 1999 年共同合資組成的公司，主要成立的原意是作為貨櫃碼頭操作的營運公司，並負責德國及義大利各地重要貨櫃集散港口的營運。但隨著離岸發電的發展及當地產業的需要，EUROGATE 也開始負責離岸風電專用碼頭的建置與營運。

以布萊梅港為例，最初規劃為具有 4,680 公尺碼頭線的貨櫃專用碼頭，但在當地政府的介入協調下，貨櫃業者同意將 500 公尺的碼頭線及後線讓出作為離岸風電專用碼頭，並進行碼頭承载力及海床的改善工程。如今專用碼頭已具有 25 公頃的面積，提供離岸風電相關業者從事包括風機零組件、海底基礎及相關工程設備的裝載需求，有需求的業者再分別向 EUROGATE 承租使用場所及工作時間。

而在 EUROGATE 的管理下，原來貨櫃業者擔心的港口擁塞及影響貨櫃裝載的擔憂並未發生，成功為貨櫃碼頭及風電專用碼頭共存樹立典範。

本團參訪當日在碼頭上有風機零組件的堆置及暫存，正待運送船隻抵港後運送上船。當日亦有 GEOSEA 的 THOR 自升式平台船靠岸進行離岸風力機組的葉片更換作業。布萊梅港係利用碼頭橋式機協助進行貨物的上船作業，同時運用橋式機軌道承载力較強的特性，將重件分散重量於軌道附近，以降低加強碼頭承载力所需的成本支出。

然而目前布萊梅港也面臨發展的瓶頸，除德國其他碼頭加入競爭外，由於布萊梅港容易淤積，在離岸風力機組逐漸

大型化的趨勢下，航道吃水已日漸不足，故布萊梅已在規劃打造另一個更大型的風電專區，但由於當地部分民眾擔心對環境造成影響，並已向法院提起訴訟，目前的開發計畫是處於暫停的狀態。



圖 16、布萊梅港鳥瞰圖（圖片來源：EUROGATE）



圖 17、布萊梅港風電碼頭規劃圖（圖片來源：EUROGATE）



圖 18、GEOSSEA THOR 於本團參訪當日停靠布萊梅港進行作業



圖 19、於本團參訪當日仍有許多風機塔架置於碼頭後線等待出口作業

## (十) Falck 海事安全訓練中心

- 時間：5 月 19 日（星期五）下午
- 會談/接待人員：  
中心經理 Neilsen 及訓練教師等
- 會談/參訪紀要：

Falck 機構的海事安全訓練中心位於布萊梅港區附近，布萊梅中心於 2011 年 7 月成立，是 Falck 在德國境內的唯一訓練中心。去年(2016)培訓人數超過 10,000 人，與海事相關的訓練課程包括 STCW、OPITO 與 GWO。Neilsen 先生認為 OPITO 雖然是海事工程過去數十年慣常的標準，但其為因應油氣產業所創設的本質在離岸風電業還是有不完全適宜的部分，GWO 訓練標準雖然每年仍有小幅修改，但大致內容已底定也為幾家主導業者認可採用，未來由 GWO 主導應是不爭的事實。隨後訪問團參觀其室內外訓練設施(圖 20)。



圖 20、中心經理 Neilsen 先生介紹訓練器材

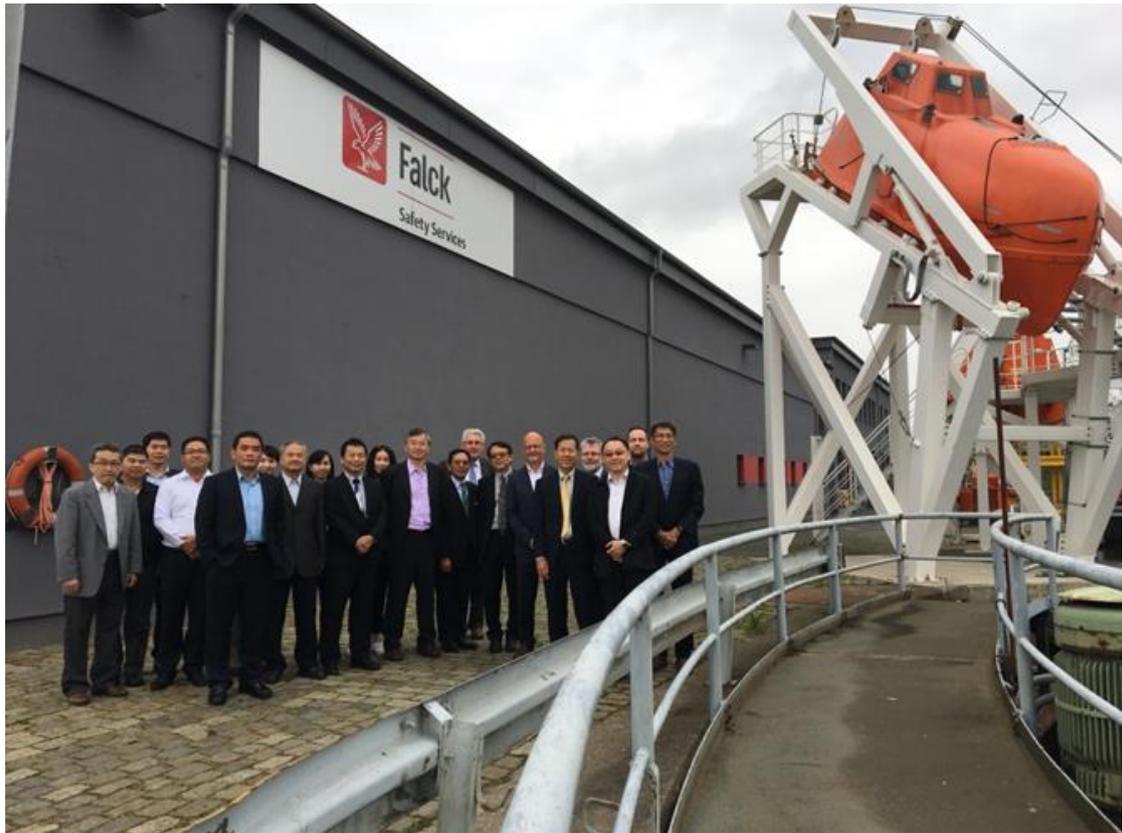


圖 21、訪問團於 Falck 訓練中心外合影留念

#### 四、心得與建議事項

1. 布萊梅和布萊梅港在風能行業擁有約 120 家公司，代表該行業的整個價值鏈。我方可考慮促成台中市政府與布萊梅邦政府簽屬離岸風電產業合作意向書，我方標準檢驗局或工研院與 Fraunhofer 公司的合作，台電或台中港勤公司與 EUROGATE 碼頭營運公司的合作。
2. 台中港的離岸風電碼頭是台灣離岸風電場開發關鍵，可參考布萊梅如何從一個漁港成功轉型成國際貿易大港，且成功建置離岸風力發電完整的產業鏈，未來在規劃設計上須更周全考量並納入相關單位之專業意見。
3. 離岸風場採用的風機大型化是必然的，近年來甚至有加速的趨勢。SENVION 將在 2017 年 6 月歐洲離岸風能研討會(WindEurope)發表世界上最大的 10MW 離岸風機，可見風機廠家的競爭非常激烈且技術愈臻成熟。風機大型化的趨勢，藉由風機系統設計的技术精進與日俱增，有加速與驚人的發展，值得關注。
4. 台電公司未來在訂定承攬商履約資格與採購發包策略時，應考量施工界面管理等環節。另外，借鏡德國遭受環保組織抗爭經驗，因白海豚保育是國內環保團體極為關切事項，建議在基礎施工時採用氣泡牆隔離施工噪音之方法，避免抗爭的發生。
5. 參訪 Fraunhofer 風能暨能源系統機構(IWES)，瞭解其對風場開發商可提供：包括全尺寸靜力與與破壞力力學實驗的葉片轉子測試中心、離岸試驗場可進行離岸風機真實承受的累積性負荷量測(有別於實驗室中的材料負荷)、氣候實驗艙可進行力學與環境同時影響的模擬測試等服務。有助台電未來在規劃及推動離岸風電開發時，可訂定符合台灣特殊環境使用條件之風機規格，更兼具務實及前瞻思維。
6. 台電示範風場工程規範雖規定機型須符合 IEC 61400-1 Class IB 等級以上及 IEC 61400-3 規定之要求，但加入考量颱風情況之加

嚴條件，即提供經國際合格認證機構審查核可之設計驗證資料，符合 50 年迴歸期其輪穀高度 10 分鐘平均極端風速  $V_{ref}$  須不低於 54 公尺/秒，且 3 秒鐘平均極端風速  $V_{e50}$  須不低於 73 公尺/秒，以確保風力發電機組安全運轉。

7. 本次對於布萊梅港經驗深有所感，將積極與台中港務公司洽租 5A、5B 碼頭及 4C 後線事宜，台中港務公司積極辦理碼頭設施改善工作，應可如期於 2019 年上半年陸續完成，可滿足離岸風電安裝水上設備(上塔架 T-Section、中塔架 M-section、下塔架 B-section、輪穀 Hub、機艙 Nacelle)之施工期程需求。
8. 自 2002 年德國政府頒布離岸風電發展白皮書起，布萊梅港開始它轉型成為離岸風電專用港口之路。經過 10 幾年的努力，從全歐最大的漁港，一一解決裝載、航行等問題，讓廠商直接把製造好的產品運出海。並可供應運輸、物流、建築、能源等條件，且可與研究中心、學校合作者，屬第三類港埠設施型態。
9. 目前台中港 5A、5B 碼頭已開始改善工程，應足以應付離岸風電施工需要，進行風機重件組裝、後線暫儲與船舶裝、卸載之需求，至與碼頭場域內之重件吊裝機具、運輸車輛或倉儲建築物，建議由開發商視個案需要自行建置。預估可供每年 30 部 8MW 級以下各式風機預組裝之用，為本國離岸風電開發奠下重要里程碑。
10. 建議台中港可參考布萊梅港務公司之經驗，致力於港口基礎建設及維護，對於港口營運及物流服務提供則由民間專業機構操作；以長期發展而言，開發商選擇距離風場最近的港口為設置風場降低成本之關鍵因素，港口為海、陸運輸之樞紐，是風機生產及船舶與其他運輸工具的銜接點，除具備基本重件碼頭，更應具發達的交通網路及廣大的腹地，並擁有足以擴充之產能。因此在政策上，需同時兼顧產業需求、確保基礎建設、船機設備之投入與使用效益，避免投資浪費與資產閒置，逐步引導風電產業在地化。
11. 台灣即將展開大規模的海上風場開發，未來勢必有大批工作人員於海域中進行工程作業，及早訂定海事工程施工安全標準是防範

工安問題發生及保障勞工安全必要的措施，離岸風電業界已逐漸形成共識將以 GWO 安全訓練為基本要求，情況就如同全世界跨國航行得商船船員必須要接受 STCW 訓練課程取得結業證書一樣。建議政府統籌產官研能量組成聯合工作小組，積極協助台電公司、港勤中心及工研院綠能所、金工中心與船舶中心，共同設立符合國際標準的海事安全訓練中心，未來可就近於國內進行人員訓練及發證的工作。

## 五、附件及參考資料

### 附件 1、5/17 我方於台德座談會簡報



# Status of Offshore Wind Development in Taiwan

Wei-Hsien Lu

Manager, GEL, ITRI

May 17, 2017



## Contents

---

### I. Targets and Strategies

### II. Phases of Development

### III. Investment Environment

### IV. Summary



1

# Taiwan Offshore Wind Potential

## Shallow Water (5-20 m)

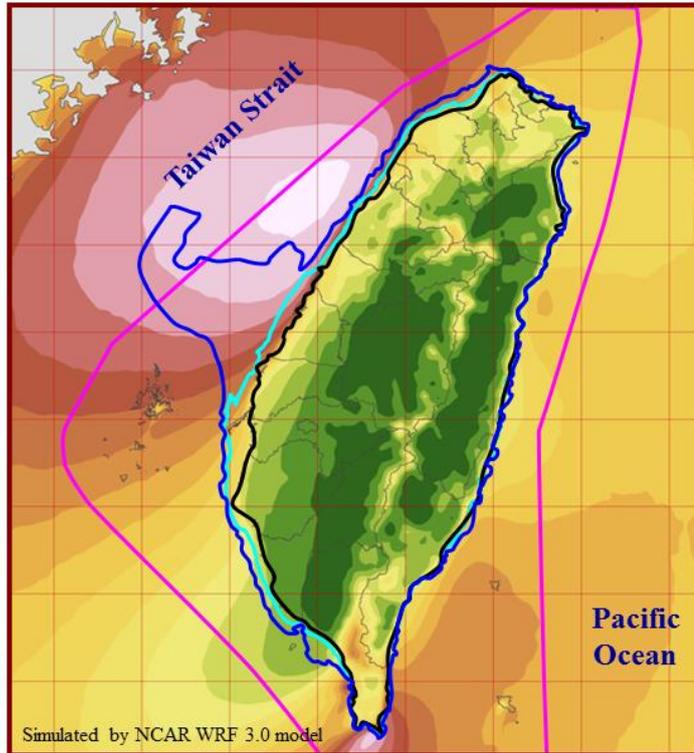
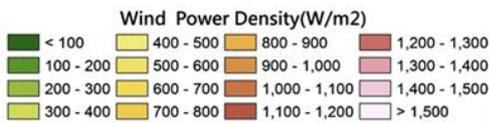
- Area: 1,779.2 km<sup>2</sup>
- Potential: 9 GW
- Feasible: 1.2 GW

## Deep Water (20-50 m)

- Area: 6,547 km<sup>2</sup>
- Potential: 48 GW
- Feasible: 5 GW

## Deeper Water (> 50 m)

- Potential: 90 GW
- Feasible: 9 GW

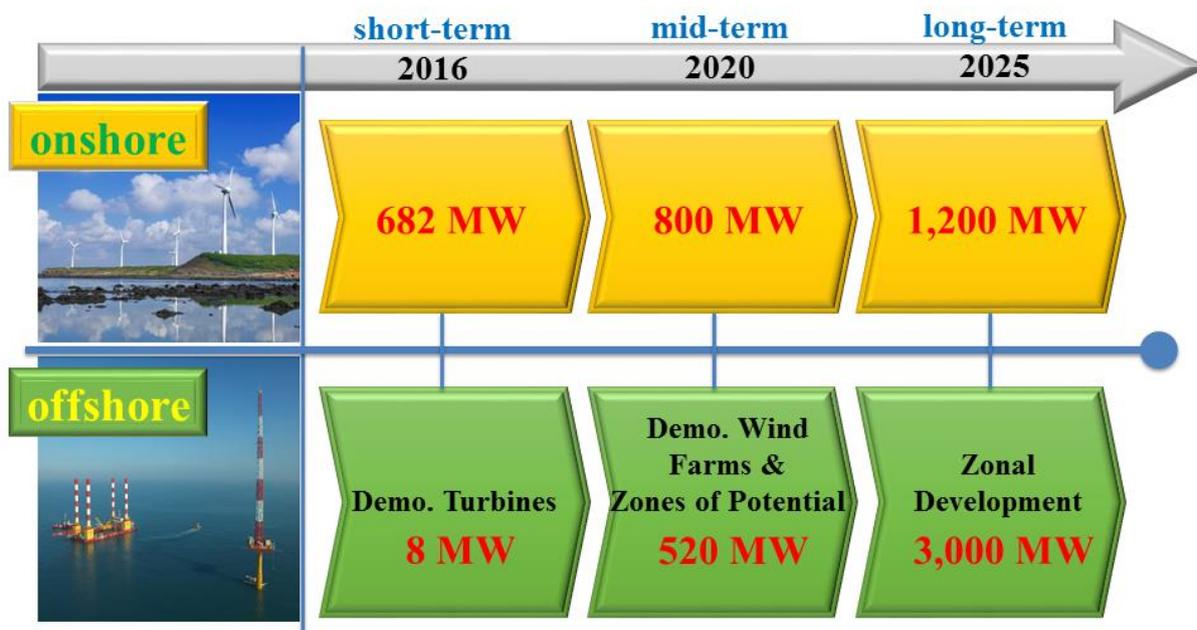


Ref. "Wind Resource Assessment Handbook," ITRI, 2011

2

# Targets of Wind Power Development

- Promote onshore development and sustainable environment for offshore development first.



3

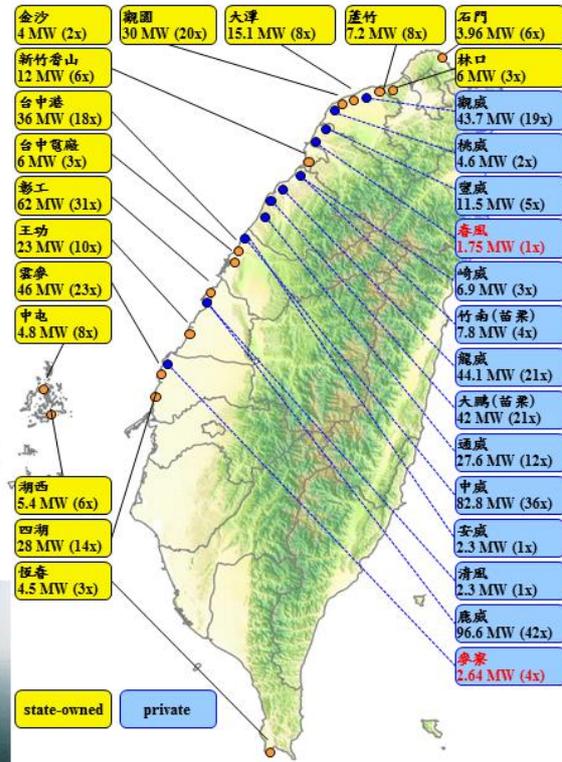
# Current Status of Wind Development

## Onshore (by the end of 2016)

- **State-owned:** 169 WTIs / 294 MW
- **Private:** 177 WTIs / 388 MW
- **Total:** **346 WTIs / 682 MW**  
(14.4 % of all RE)
- **2016 Production:** ≈ 1,445 GWh  
(11.4 % of all RE)

## Offshore

- **2 demonstration turbines have just been commissioned on 28<sup>th</sup> April, 2017**



4

# Strategies for Offshore Wind



## [Phase 1] Offshore Demonstration Incentive Program (示範獎勵辦法)

- 4 Demonstration Turbines by 2017, 3 Demonstration Wind Farms by 2020
- Government provides subsidy for both equipment & developing processes

## [Phase 2] Directions of Zone Application for Planning (場址作業要點)

- 36 Zones of Potential revealed for preparation in advance of Zonal Development
- Applicants must acquire EIA approval by 2017 and Preparation Permit by 2019

## [Phase 3] Offshore Zonal Development (區塊開發)

- Zones will be released in stages by the government (similar to Round 3 of UK)
- Commercial scale for cost reduction
- SEA has been approved by EPA

5

- I. Targets and Strategies
- II. Phases of Development
- III. Investment Environment
- IV. Summary



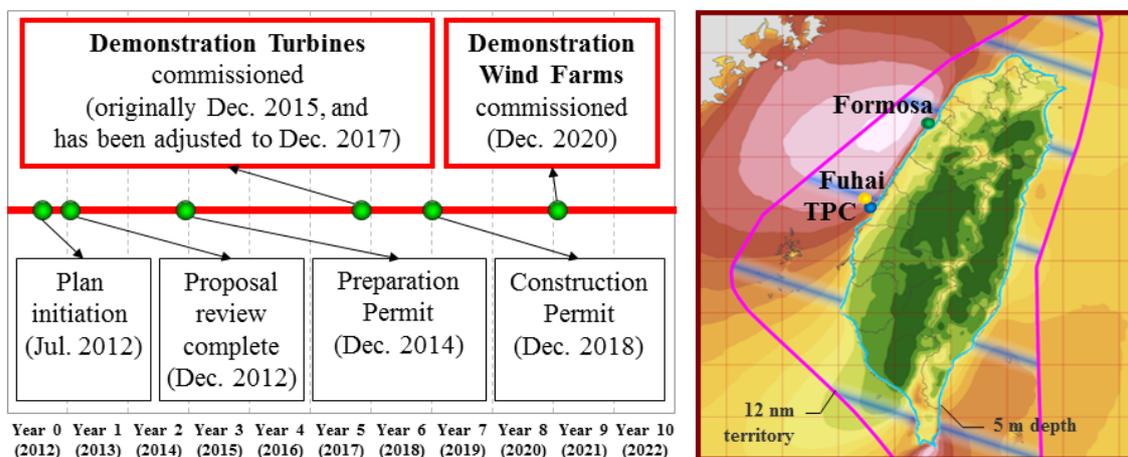
6

## Demonstration Incentive Program

[Phase 1] DIP

### ■ Demonstration Projects of Offshore Wind

- **3 Winners (Fuhai, Formosa & TPC)** officially announced on 9<sup>th</sup> January 2013
- MOEA provides subsidies for both turbines & wind farms to encourage pioneers
- To confirm **feasibility in terms of administration, technology and finance**



7



■ **Met Mast** (海氣象觀測塔)

- **Water depth:** 10 m or more
- **Height:** 70 m or more

■ **Demonstration Turbines**

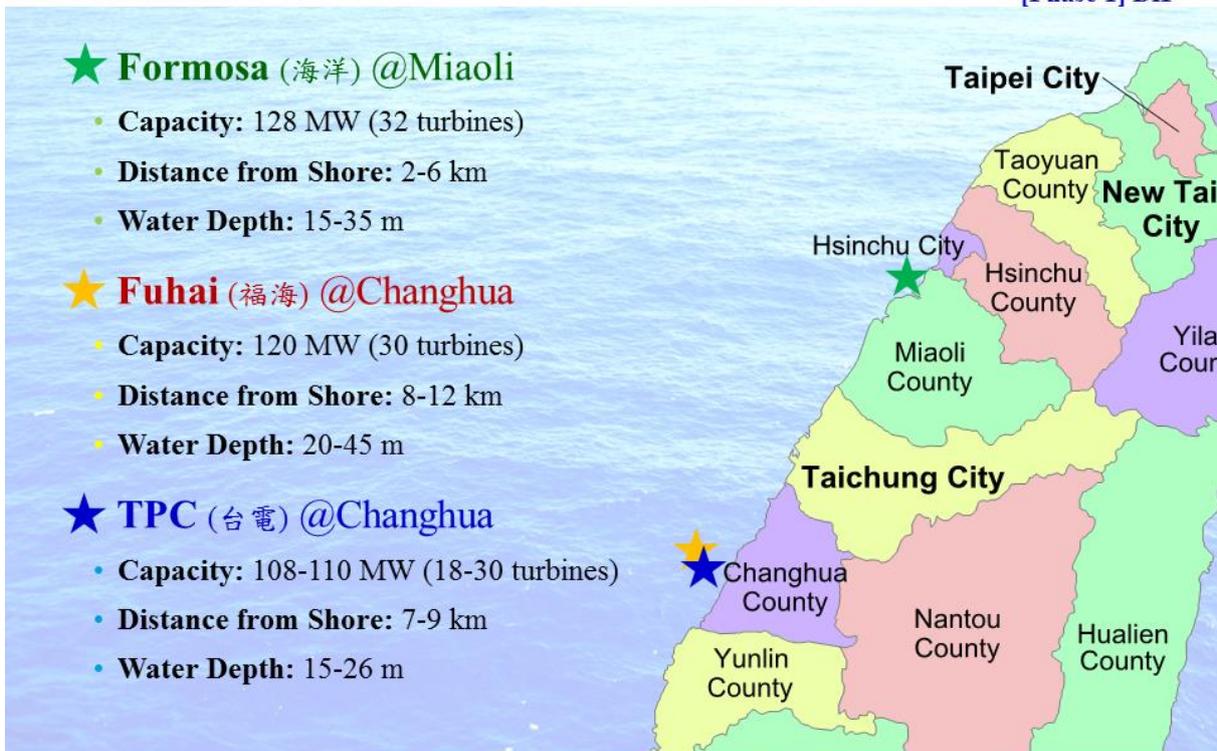
(示範機組)

- **Capacity:** at least 3 MW each
- **Commissioned by 2017**

■ **Demonstration Wind Farm**

(示範風場)

- **Water depth:** 5 m or more
- **Capacity:** 100-200 MW each
- **Commissioned by 2020**



★ **Formosa** (海洋) @Miaoli

- **Capacity:** 128 MW (32 turbines)
- **Distance from Shore:** 2-6 km
- **Water Depth:** 15-35 m

★ **Fuhai** (福海) @Changhua

- **Capacity:** 120 MW (30 turbines)
- **Distance from Shore:** 8-12 km
- **Water Depth:** 20-45 m

★ **TPC** (台電) @Changhua

- **Capacity:** 108-110 MW (18-30 turbines)
- **Distance from Shore:** 7-9 km
- **Water Depth:** 15-26 m

[Phase 2] ZAP

## ■ Siting for Zones of Potential (ZoP, 潛力場址)

- Within 50 m isobath of west coast
- **Excluding protected, restricted, planned or developed area**
- 36 ZoP: total 3,084.5 km<sup>2</sup> (approx. 23 GW)

## ■ Directions of ZAP (announced in July 2015)

- Applicants should plan for the whole zone.
- Total capacity of each case: > 100 MW
- Capacity density: > 5 MW/km<sup>2</sup>
- **EIA approval required by 2017**

## ■ Applications

- 22 projects have been filed
- Total capacity ~ 10 GW
- **Dong Energy, wpd, Northland Power  
China steel, Swancor, Taipower...**



10

[Phase 3] ZD

## ■ Purpose

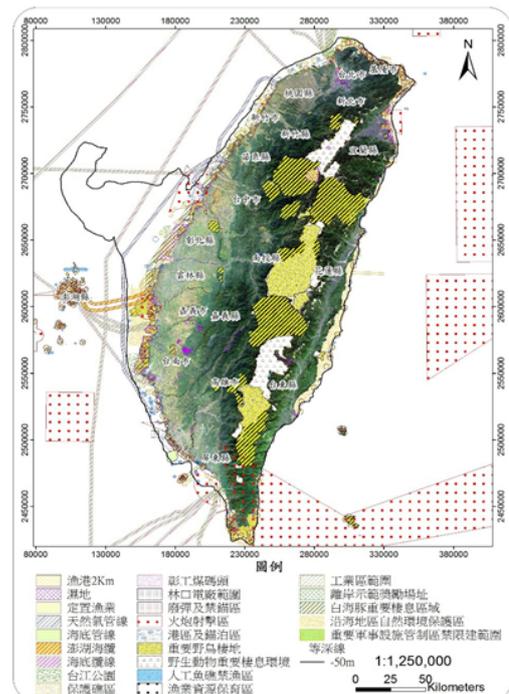
- Marine Spatial Planning
- Optimal Resource Utilization
- **Domestic Industry Development**

## ■ Goal

- Zones will be released in stages
- 500 MW - 2 GW for each stage
- **To reach 3 GW target by 2025**

## ■ Strategic Environmental Assessment

- SEA Report reviewed and **approved by EPA on 28<sup>th</sup> December, 2016**
- 36 ZoP will be reduced or adjusted based on the results of inter-ministerial negotiations and SEA consultation.



11

- I. Targets and Strategies
- II. Phases of Development
- III. Investment Environment**
- IV. Summary



12

## ■ Hub in Asia Pacific & Global Logistics

- Located at the **heart of the Asia-Pacific region**
- Good and inexpensive utilities and telecommunication services
- Best partners for multinational companies operating in the Asia-Pacific region

## ■ Sound Legal Framework

- Foreign investment regulations **ensure protection for foreign investment**
- All accounting systems in Taiwan conform to international standards

## ■ High Economic Freedom

- **Ranked 14<sup>th</sup> among 186 countries by the “2016 Index of Economic Freedom”** (published by the Heritage Foundation and the Wall Street Journal)
- **Comprehensive income tax treaties or agreements with 30 countries for avoidance of double taxation**
- **No restrictions on the industries for foreign investments** (except for investment with national security concerns or investment from China)

13

## ■ Renewable Energy Development Act (REDA, 再生能源發展條例)

- Taiwan promulgated the Renewable Energy Development Act in July, 2009 to systematically promote renewable energy.
- The core strategy of the Act is **Feed-in Tariff system**.
- PPA (power purchase agreement) of renewable energy is **guaranteed for 20 years**.
- A Committee is formed to **review the formula and tariffs annually**.
- Tariffs shall not be lower than the average cost of domestic fossil-fueled power.

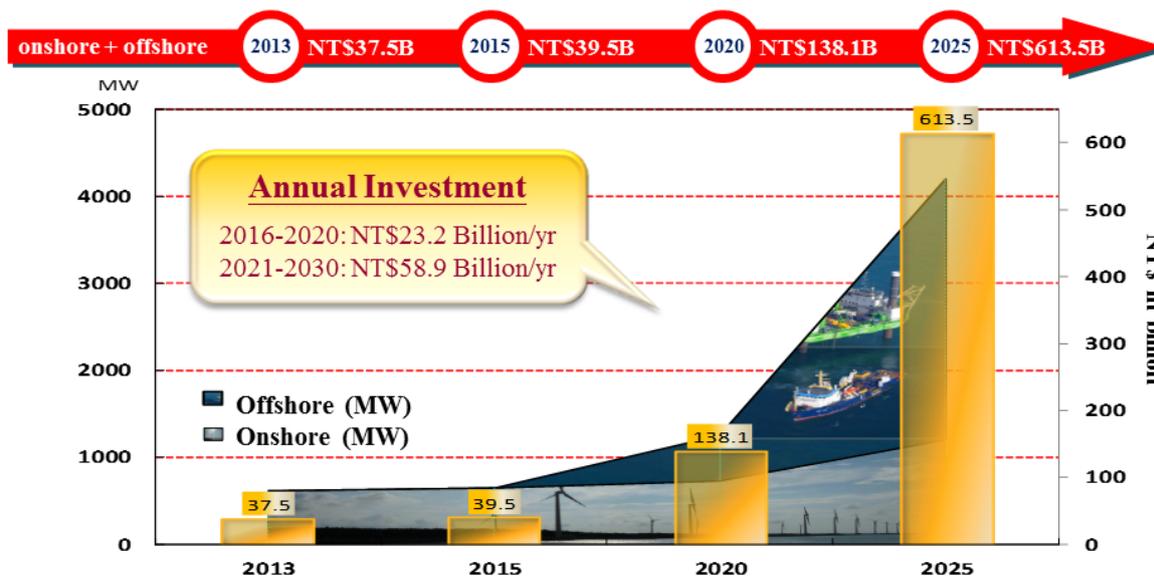
## ■ Feed-in Tariffs of wind power in Taiwan

- **Onshore:** NT\$ 2.8776 (€8.4¢) / kWh for 20 years
- **Offshore:**
  - **Option #1:** NT\$ 6.0437 (€17.7¢) / kWh for 20 years
  - **Option #2:** NT\$ 7.4034 (€21.6¢) / kWh for the first 10 years  
NT\$ 3.5948 (€10.5¢) / kWh for the next 10 years

14

## ■ Offshore 3,000 MW by 2025 → NT\$ 544B (€16B) investment\*

## ■ Policy → Developers → Service Providers → Manufacturers



\*onshore: NT\$56,700/kW (€1,668/kW); offshore: NT\$181,600/kW (€5,341/kW)

15

## ■ Asian Environment

- Turbine design resistant to **typhoons**
- Foundation design resistant to **earthquakes**

## ■ Environmental Impact

- Migrating birds & **marine mammals**
- **Local fishery**, navigation safety and radar interference

## ■ Infrastructure & Supporting Measures

- **Ports and industrial park**
- **Grid connection**
- **Financing and insurance**

## ■ Project Implementation

- **Construction vessels and offshore expertise**
- **Contract strategies & project management**
- **Risk assessment and mitigation**



Pictures from: Vergnet, YCPS, bis, Centrica

16

## I. Targets and Strategies

## II. Phases of Development

## III. Investment Environment

## IV. Summary



17

### ■ Develop Offshore Wind in 3 Phases

- [Phase 1] **DIP** (2012~): Incentives for Pioneers
- [Phase 2] **ZAP** (2015~): “Zones of Potential” for commercial projects
- [Phase 3] **ZD** (2017~): Pipeline for a sustainable domestic market

### ■ Taiwan: the Best Entrance into Asian Offshore Wind Market

- **Resource:** best offshore wind resource in the world
- **Policy:** stable environment and clear targets
- **Supply Chain:** design, manufacturing, construction, O&M
- **Environment:** sound legal framework & high economic freedom
- **Vision:** competitive, innovative, and profitable industry of offshore wind

**Welcome to Taiwan and we will be your best partners  
to explore the Asia-Pacific offshore wind market**

18

- ◆ **InvesTaiwan Service Center; Tel: +886-2-23112031;**  
<http://investtaiwan.nat.gov.tw/eng/main.jsp>
- ◆ **MOEA One-stop Service of Wind Power; Tel: +886-2-87723415;**  
<http://www.twtpo.org.tw/eng/Home/>
- ◆ **Renewable Energy Project Office; Tel: +886-2-87720089;**  
<http://www.re.org.tw/Eng/Index>
- ◆ **Green Energy Industry Promotion Office; Tel: +886-2-87722252;**  
<http://www.taiwangreenenergy.org.tw>
- ◆ **Bureau of Energy, MOEA; Tel: +886-2-27721370;**  
<http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/english/home/English.aspx>

19

**Thank you for  
your attention**



### ➤ Inter-ministerial Coordination & Collaboration

#### ■ Grid Connection

- Encourage Taipower to establish “Plan of Power Transmission Infrastructure Dedicated for Renewable Energy”
- Collaborate with local government to facilitate construction of offshore/onshore substations and subsea cables

#### ■ Fishery Coordination

- Fishery Agency announced the standards of compensation for offshore wind
- Include all relevant stakeholders to discuss the mechanism of community fund

### ■ Infrastructure

- Establish development plans for dedicated wharves and ports of construction, manufacture and O&M
- Collaborate with local government to secure land of wind industry park
- Encourage state-owned companies to design and build Turbine Installation Vessels

### ■ Industrial Establishment

- Encourage technology transfer and cooperation to develop Taiwan-made offshore wind turbines
- Develop domestic capabilities to accumulate practical experiences, and export Taiwan services to global offshore wind market

22

### ➤ Dedicated Offices to Facilitate Development

#### ■ Office of Energy and Carbon Reduction, Executive Yuan

- Facilitate inter-ministerial coordination & collaboration
- Remove administrative barriers of regulatory processes
- Ensure smooth procedures of application review for offshore wind

#### ■ MOEA One-stop Office of Wind Power

- Clarify and simplify procedures of offshore wind application
- Monitor review progress of relevant ministries
- Identify obstacles or assistance required for each application

23

## 附件 2、5/18 wpd 簡報

### Nearshore Wind Farm Nordergründe 近岸風場 Nordergründe



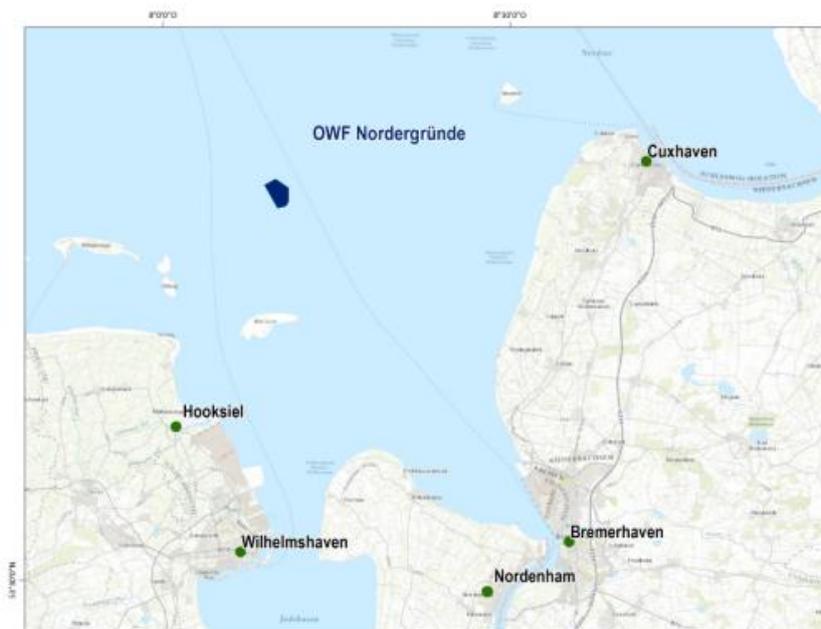
**SITE  
地點**

Within German 12 nm-zone 德國12海裡內  
Distance to coast 離岸距離: 15 km  
Water depth 水深: < 10.3 m

**Size 大小:** 111 MW  
**Construction 建造時間:** 2016  
**Technology 技術:** proven (Senvion 6M Turbine with 10 year full service maintenance contract, monopiles) 經認證與採用的技術 (Senvion的6M風機, 10年維修服務, 單樁基礎)  
**Design lifetime 設計壽命:** 25 years  
**Approval 許可:** approval for construction and commercial operation confirmed 建造與營運之許可已經確認  
**Grid 電網:** grid connection to offshore substation provided by grid operator 電網營運商負責電網與離岸變電站之連接  
**Financing 融資:** financial closed complete 財務狀況已確認  
**Management 管理:** wpd is an experienced partner, own equity commitment 達德集團有豐富的管理經驗, 同時是部分風場產權的持有人



### Nearshore Wind Farm Nordergründe 近岸風場 Nordergründe



## Nearshore Wind Farm Nordergründe 近岸風場 Nordergründe



### Approval steps 批准步驟

- December 2003: Regional planning approval according to "Landesraumordnungsprogramm Niedersachsen" (considering Nordergründe as spatially tolerable).  
2003年12月: 得到區域規劃許可 (Nordergründe 的位置是可接受的)
- November 15, 2007: Preliminary Approval according to § 9 BImSchG  
2007年11月15日: 得到初步許可
- October 31, 2008: Approval according to § 4 BImSchG, appealed  
2008年10月31日: 許可遭到上訴
- March 3, 2011: Dispute resolution agreement with government of Lower Saxony and conservation organizations  
2011年3月3日: 達成與下薩克森邦政府及環保組織的協議

September 2013: wpd acquired all project rights from Energiekontor AG  
2013年9月: 達德自Energiekontor AG取得此專案的所有權利

Total investment volume 總投資金額: Euro 411 mio

Debt finance 專案融資: EIB + KfW IPEX Bank

Secured feed-in tariff 保證躉購電價: 19.4 €ct./kWh for 8 years 每度19.4歐分, 為期8年

Strong wind resource 強勁的風資源 (9.3 m/s; 378.1 GWh (P50))

## Nearshore Wind Farm Nordergründe 近岸風場 Nordergründe

Involved Contractors 承包商



### First offshore wind farm with regional contractors 第一個與當地承包商合作之風場

| Work package 工作包     | Scope 範圍  | Contractor 承包商  | References 參考資料   |
|----------------------|---|---|---|
| Turbine 風機 (WTG)     | Engineering, Procurement and Construction (EPC) of 18 x 6.2M126 Offshore WTG (6.15 MW each)<br>18隻6.2M126風機(單機容量6.15 MW)之EPC (工程、採購、建造)統包 |  | <b>Top 3 in Offshore (&gt;800 MW)</b><br>OWF Nordsee Ost (48 WTG)<br>OWF Thornton Bank (48 WTG)<br>OWF Ormonde (30 WTG) |
| Foundations 基礎 (FOU) | EPC of 18 x FOU<br>18座基礎之EPC<br>-> monopile 單樁&<br>-> transition piece 轉接段  |  | OWF Meerwind (80 FOU)<br>OWF Thornton Bank (43 FOU)<br>OWF Alpha Ventus (2 FOU)   |



## Nearshore Wind Farm Nordergründe 近岸風場 Nordergründe

Involved Contractors 承包商



### First offshore wind farm with regional contractors 第一個與當地承包商合作之風場

| Work package<br>工作包                | Scope<br>範圍   | Contractor<br>承包商   | References<br>參考資料   |
|------------------------------------|---|---|--|
| Internal Cabling (IAC)<br>場區海纜     | EPC + Installation of the internal wind farm cables<br>EPC統包加安裝           |  | OWF Rodsand<br>OWF Alpha Ventus<br>Project Cascade                               |
| Offshore Substation (OSS)<br>離岸變電站 | EPC of the OSS including installation of OSS topside<br>此EPC統包包含了變電站頂面之安裝 | Multi-contracting   |  |
| Installation (INS)<br>安裝           | Transport & Installation of FOU and WTG<br>基礎與風機之運輸與安裝                    |  | Vessel "MPI Enterprise":<br>OWF Nordsee Ost (295 MW)<br>OWF Gwynt y Mor (576 MW) |



## Nearshore Wind Farm Nordergründe 近岸風場 Nordergründe

Current Status 現狀



- Wind turbines, cables, foundations have been installed  
風機、電纜、基礎已安裝完成
- Installation of substation scheduled for: the 3rd quarter of 2017  
變電站預計於2017年第三季安裝完成
- Commissioning completion and starting of operation:  
the 4th quarter of 2017  
試運轉與正式運轉預計於2017年第四季達成



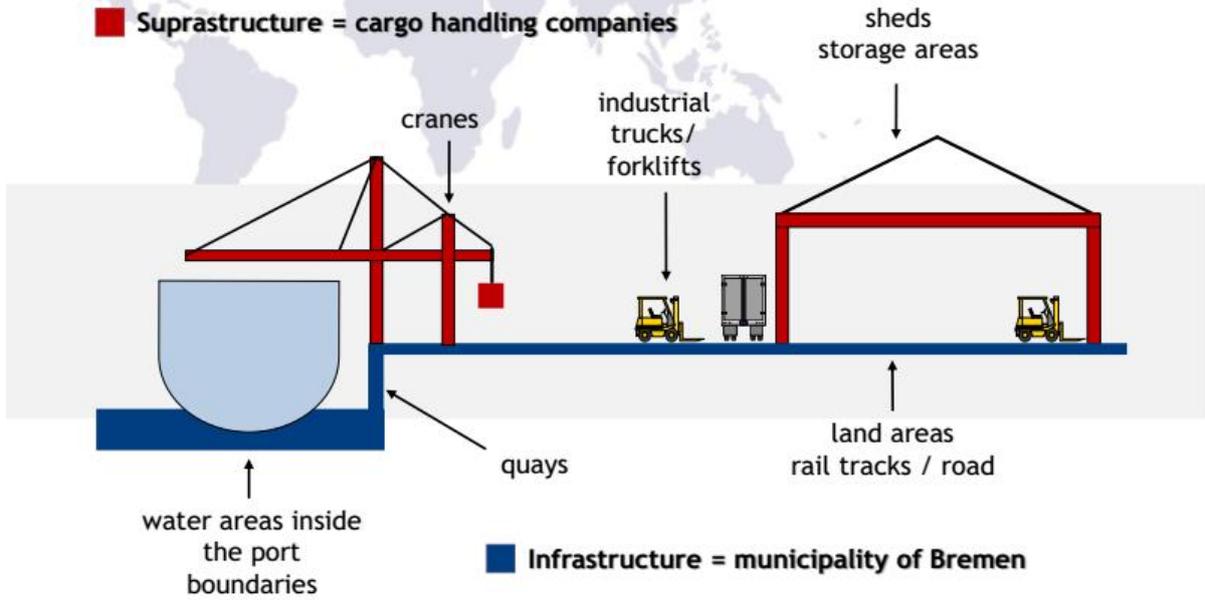
# 附件 3、5/19 布萊梅港務公司簡報

## Allocation of tasks at the ports of Bremen

**bremenports**

World port  
in good hands

**■ Suprastructure = cargo handling companies**



## Our tasks

**bremenports**

World port  
in good hands

