

出國報告（出國類別：開會）

出席「2024年德國柏林能源轉型會議」
(Berlin Energy Transition
Dialogue) 報告

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：周泰成(主管集團規劃)

徐郁琪(子公司轉型規劃專員)

派赴國家：德國

出國期間：113年3月16日至113年3月24日

報告日期：113年5月14日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：出席「2024 年德國柏林能源轉型會議」

頁數__ 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：台灣電力公司/翁玉靜/(02)23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

周泰成/台灣電力公司/企劃處/主管集團規劃/(02)23665834

徐郁琪/台灣電力公司/企劃處/子公司轉型規劃專員/(02)23666496

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他(國際會議)

出國期間：113.3.16-113.3.24

派赴地區：德國

報告日期：113.5.14

關鍵詞：能源轉型、氣候變遷、公正轉型、氫能

內容摘要：(二百至三百字)

本次出國任務為出席「2024 年德國柏林能源轉型會議」，自 3 月 18 日至 3 月 22 日，為期一週，包含兩天討論會議及三天參訪行程。討論會議位於德國聯邦外交部柏林總部，以對話及演講方式讓與會來賓分享能源轉型看法，含括各國政策與面臨挑戰、開發中國家議題、資金取得、再生能源目標、綠色產業與供應鏈、貿易、公正轉型、氫能等內容。參訪行程則位於 Urban Tech Republic 及 Euref-Campus，前者由泰格爾機場舊址改建，為德國的創新研發及工業園區，內有多家新創企業及工業公司進駐，目標係打造綠色且宜居的未來城市；後者為能源轉型創新社區，社區內進行氣候中和能源供應、智慧電網、節能建築、未來交通測試平台等的建置與實驗。

本公司肩負我國電力淨零及電業轉型之重要責任，應適時參考他山之石與了解國際脈動，會中專家所提見解與新技術之進展，可作為公司經營發展參考，並精準對應政府政策與務實研訂策略方向。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://report.nat.gov.tw/reportwork>)

目 錄

| | |
|-----------------------------|----|
| 壹、目的及背景說明 | 1 |
| 貳、出國行程 | 2 |
| 參、會議紀要 | 3 |
| 一、開幕致詞 | 3 |
| 二、開幕對話 | 4 |
| 三、全球再生能源及能源效率目標 | 6 |
| 四、演講(第一天)..... | 7 |
| 五、投資轉型-未來是再生能源..... | 9 |
| 六、拉丁美洲及加勒比海地區能源轉型經驗 | 10 |
| 七、產業政策如何綠色永續 | 13 |
| 八、演講(第二天)..... | 17 |
| 九、公正轉型與兩性-不讓任何人落後..... | 21 |
| 十、綠氫的永續標準 | 25 |
| 十一、小結 | 30 |
| 肆、參訪行程 | 32 |
| 一、柏林能源轉型導覽 | 32 |
| 二、Urban Tech Republic | 42 |
| 三、Euref-Campus | 53 |
| 四、小結 | 63 |
| 伍、心得及建議 | 65 |

壹、目的及背景說明

本會議由德國聯邦政府主辦，自 2015 年首度召開以來，已舉辦至第 10 屆，地點位於德國聯邦外交部柏林總部，並與創新服務公司 eclareon、聯邦再生能源協會(BEE)、聯邦太陽能產業協會(BSW)及德國能源總署(dena)共同主辦。在俄烏戰爭及 2023 年底於杜拜召開之聯合國氣候變遷大會（COP28）後，德國認為未來能轉型發展應有以下重點：不可過度依賴單一能源供應來源，應分散風險；能源與綠色技術必須持續且加速投入；目前能源轉型投資仍集中於已開發國家，但不可忽略開發中國家仍有數億人無電可用，因此必須留意能源轉型的公正性；未來全球皆應就金融結構改革進行討論，才使能源轉型相關計畫獲得更多金援、資源且更有效率地投入。本次會議目的正是希望藉由本論壇相互聆聽與學習，尋找經濟綠色轉型以及永續發展目標的各類型解決方案，並邀請來自全球之專家，分享各國政策與面臨挑戰、開發中國家議題、資金取得、再生能源目標、綠色產業與供應鏈、貿易、公正轉型、氫能等資訊及洞見。本公司目前以淨零轉型為目標，併同規劃組織轉型事宜，因涉及綜理電業市場改革、電業轉型、2050 淨零路徑、議題管理等相關業務，期藉參與旨案會議了解其他先進國家之政策及做法。

整體活動除能源轉型/淨零碳排議題之研討會外，另規劃一系列參訪行程與附屬活動，不僅單向獲取資訊，亦透過與各領域專家之互動對話，及實體案場觀摩，進一步深化獲得更具體深入的知識。

本公司肩負我國電力淨零及電業轉型之重要責任，除現行作為，推動淨零及市場改革仍應適時參考他山之石，了解其他先進國家政策方向，及電業經營方向與做法，俾利本公司研擬應對策略，甚或適時提出政策建言。參與人員亦可廣泛吸收氣候變遷、能源轉型、先進能源科技、電力市場改革與組織轉型等議題，提升對電源、電網建設工程與技術及國際電業轉型之了解，有助未來更精準對應政府政策，務實研訂策略方向，並有助內部議題管理作業，期建構本公司穩健可行之淨零推動路徑。

貳、出國行程

本次柏林能源轉型會議為期五天，包含兩天的會議，及三天的導覽與參訪，行程概要如下表 1：

表 1：行程概要

| 日期 | 工作內容 |
|-----------|--|
| 113年3月18日 | 德國能源轉型導覽 <ul style="list-style-type: none">● 50Hertz Transmission簡介● ENERTRAG簡介● SunCrafter簡介 |
| 113年3月19日 | 參與柏林能源轉型第一天會議 |
| 113年3月20日 | 參與柏林能源轉型第二天會議 |
| 113年3月21日 | 參訪Urban Tech Republic園區 <ul style="list-style-type: none">● Urban Tech Republic簡介● Stoff2簡介● HH2E簡介● HSB簡介 |
| 113年3月22日 | 參訪Euref-Campus園區 <ul style="list-style-type: none">● DENA及Euref-Campus簡介● 合作企業簡介(Schneider Electric、GASAG Solution Plus、Inno2grid)● 園區導覽(智慧建築、供暖系統、再生能源整合應用)● 德國氫能協調辦公室簡介 |

參、會議紀要



圖 1 主會場

圖片來源：Photothek / Berlin Energy Transition Dialogue, #betd24

本次會議為期兩天，現場設有主會場及分會場，分別進行各類能源轉型議題討論，整體會議以對話及演講方式進行，讓與會來賓就特定主題分享對能源轉型的看法。本次行程以主會場為主軸進行紀錄，會場主持人為 Dr. Melinda Crane，她曾為許多國際組織及企業主持討論活動，是德國電視及廣播的評論家，也是經驗豐富的電視主播與政治分析師。以下就各與會來賓說明重點以問答型式摘要如下。

一、開幕致詞

(一) Annalena Baerbock(德國外交部長)

去年於杜拜舉行之 COP 28，196 國皆同意再生能源成長 3 倍，能源效率增加 2 倍，還有終結化石燃料。但於此挑戰時刻，地緣政治也從中干擾。

我們必須一起解決遭遇到的問題。在非洲仍有上億人口無電可用，這並不公平公正，我們要考慮的不僅是在自己國家建設再生能源的問題，也要同時為他國著想，所以本次會議中，能源普及性及能源轉型的成本將會是討論議題的一環。本次會議不僅是一連串的演說，而是彼此能相互學習與理解，大家共同的目標都是安全、潔淨及永續的能源，希望能源轉型在世界各地成功。

(二) Robert Habeck(德國經濟事務與氣候行動部長)

氣候行動不只是保護氣候，同時也是保護人類，這裡提出三個觀點與大家分享。第一，儘管各國間存在不同利益，但我們必須共同找到解決問題的方法並且執行，本次會議重要的地方就在於把大家聚在一起，共同努力找到解決問題的方法，會議中的對話不代表要獲得所有人的同意，而是協調不同觀點與辯論，找到解決問題的可能，並接受不同意你的人。第二，過去遭遇了能源危機，包括能源價格上升與能源取得問題，德國面臨了同樣議題，儘管如此，德國仍未忘記持續進行氣候行動。第三，德國是高度工業化國家，90%化石燃料是依賴進口，我們希望將此依賴降至 30%，而這 30%的進口能源或許是再生能源、氫能及氨能。然而全球似乎有朝向分裂的趨勢，希望大家能克服彼此間障礙，會議中將討論各種進口的可能性，讓我們創造一個全球相互支援的市場，分享及出口新能源至其他國家。

二、開幕對話

(一) Tom Alweendo(納米比亞礦業及能源部長)

問：納米比亞正建造世界最大綠氫設施，請分享在融資及地方合作上的觀點。

答：綠氫是一個正在發展中的市場，私有資金投資意願不高，需要世界銀行及多國融資機構協助，才能降低這類大型專案的融資風險。我

們希望在非洲建立綠氫生態鏈，而不單只是商品出口，如此才對非洲有益，我們也為此不斷尋找歐洲等夥伴進行合作。

問：是否有德國能再進一步協助的地方？

答：這是一個新市場，需要新的技能，納米比亞為此設立能源相關課程培育人才，並與德國進行學術交流，讓我們知道非洲以外的國家正在做什麼，希望未來能持續下去。

問：對納米比亞 2030 年達到再生能源占比 60%，什麼是最重要的？

答：關鍵在融資與優惠的貸款取得，第二是買方市場，要找到買家，並簽訂合約，否則一切將緩步進行。

(二) Fatih Birol(IEA 執行董事)

問：預計 2030 年前每年將有 4.5 兆資金投入淨零轉型，如何讓金資流向正確的地方？

答：近年再生能源投資已逐步加大並超越化石燃料，然而主要是先進國家及中國的投入，至於非洲、拉丁美洲或其他亞洲國家幾乎持平。先進國家對氣候問題有歷史上的責任，有責任支持開發中國家，不論世界銀行、區域發展銀行及德國都應把這對這些國家的融資放在首位。

(三) Ndiarka Mbodji(Kowry Energy 執行長)

問：非洲是再生能源最佳發展地區，擁有全球 60%的最佳太陽光電案場，但目前僅開發了 1%，應如何改變此情況？

答：首先是融資取得，非洲國家信評較低，需要思考如何讓國際基金或銀行願意融資。第二是專案大小，小專案速度較快，應該尋找小專案的推行做法。

問：您最希望我們可以為融資議題提供什麼幫助

答：少一點承諾、多一點執行。

三、全球再生能源及能源效率目標

(一) Francesco La Camera(IRENA 署長)

問：您對全球轉型是否樂觀，目前面臨什麼挑戰？

答：要達成再生能源成長三倍目標，表示 2023 年至 2030 年每年需增加 1000 GW 裝置容量，但實際上 2023 年只增加了 473 GW，顯示行動的急迫性，時間有限是我們要面對的問題。此外，在化石燃料運作下，發展出集中化的能源架構，而新能源的發展需要新的架構，包括相關基礎設施、環境及政策，若到目前為止都還有對化石燃料進行 1 兆的資金補助，我們將很難達到目標。最後是財務，要求優惠貸款或補助並不切實際，這樣的財務系統很難維持，應尋求多邊財務機構協助。

(二) Antoine Félix Abdoulaye Diome(塞內加爾石油及能源部長)

問：塞內加爾是非洲能源轉型最快國家之一，預計 2030 年再生能源成長兩倍，自 20% 提升至 40% 成功關鍵是什麼，面對最大的挑戰又是什麼？

答：塞內加爾 2012 年再生能源占比僅 8%，歸功當時總統極力推動。最大挑戰在國內電氣化程度低，僅 27%，預計 10 年內提升至 61%。

(三) Bhupinder Singh Bhalla(印度新能源及再生能源部秘書)

問：印度再生能源快速成長的關鍵為何，面臨的挑戰又是什麼？會給其他想學習的國家什麼建議？

答：印度 2014 年再生能源裝置容量 75GW，目前已倍增至 183GW，並預計 2030 年達到 500GW，快速成長的關鍵在相關法規制度完善，且政府保證收購。挑戰的部分在於土地取得，印度人口很多，取得土地

時需要與很多人協調。

建議的部分首先是政策要透明，我們任何政策調整都會與利害關係人溝通。第二，印度所有企業都能自國外取得資金，100%開放國外直接投資。最後，應著重在融資成本的降低。

(四) Sonia Dunlop(全球再生能源聯盟副總裁)

問：引進私有資金最大的障礙是什麼？

答：最大的障礙包括剛提到的土地取得及融資問題，在德國的融資成本相當合理，但在許多國家需要努力降低相關成本與風險。此外，這裡要強調的是電網的挑戰，不只已開發國家應建置強韌的電網，在電網不普及的國家，若能建置小型再生能源及微電網，便能大幅改善他們的生活，我們需要各國加速電網許可。此外，也要設計適當的市場訊號給全球投資人，讓投資人知道哪裡有資金需求。

(五) Prof Gilberto Pichetto Fratin(義大利環境及能源安全部長)

問：義大利於去年制定了新的國家能源與氣候計畫，並設定了 23 個目標，為達成這些目標，主要作法為何？什麼地方需要加強？

答：義大利在遭遇天然氣危機後，制定了新的能源計畫，義大利國內產能有限，約 300 億噸天然氣仰賴俄羅斯進口，在能源結構部分，2/3 電力來自化石燃料，1/3 來自再生能源及水力，並有 300TWh 電力來自進口，主要來自法國。為克服天然氣問題與達到 2025 年淘汰燃煤目標，我們同時在思考地熱與氫能的可行性，預計未來將有 2/3 電力來自再生能源，這是我們努力的方向。

四、演講(第一天)

(一) Amal Ridene(突尼西亞青年代表)

非洲人口占全球 18%，只吸引全球 2%投資；非洲溫室氣體排放只占

全球 4%，但暖化程度卻高於世界平均。在轉型方面，需要公部門及私部門於政策及財務上共同合作，確保資源正確配置，並給予融資。

(二) Elbia Aparecida Silva Gannoum(ABEEólica 執行長)

今天的任務是解釋能源轉型對巴西的重要性，及巴西對再生能源經濟想做什麼。巴西有豐富再生能源資源，占比 85%，包括水力、太陽光電及風力，巴西想提供全世界再生能源解決方案，並正為低碳經濟做準備，未來將出口低碳商品，相關法規刻正研討中，未來將管制碳市場，為碳排制定價格。巴西能夠生產綠氫，主要的挑戰在於如何聰明的運用再生能源，創造新的價值鏈，並為巴西經濟帶來成長。

(三) Glory Oguegbu(Renewable Energy Technology Training Institute 創辦人兼執行長)

奈及利亞有全球前幾大的石油及天然氣存量，但卻無法提供人民電力，我對許多國家增加化石燃料投資及延後淘汰化石燃料感到失望，呼籲前十大排放國家應要有所作為，你們藉由化石燃料發展了國家與經濟，卻要求非洲及南方國家不能以同樣方式發展，你們造成了氣候變遷，並從中獲益，卻安逸的坐在電氣化辦公室，並告訴非洲應該要如何發電，你們知道非洲有多少人無電可用嗎，這情況相當痛苦。2021 年非洲有 120 萬人因無電可用死亡，非洲用電的急迫性遠超過氣候變遷，但你們卻要非洲及南部國家加入你們共同解決氣候變遷問題，你們真的在意環境，還是想要領導世界，並成為新技術的霸主。

在烏俄戰爭爆發後，美國正逐漸成為液化天然氣最大出口國，美國有新的開發計畫正進行中，這會增加碳排與氣候變遷。歐洲現在也使用更多化石燃料，並擴增天然氣管線，法國及中國也正在非洲發展石油。你們真的是想解決氣候問題，或是維持你們的權力，並要求別人放棄資源。你們說氣候變遷需要全球共同努力，但卻不分享新能源科技與相關製造技術，拒絕將產業帶進非洲。

五、投資轉型-未來是再生能源

(一) Nani Chrouha(茅利塔尼亞石油、礦業及能源部長)

問：發展再生能源首要任務為何？融資重要性為何？

答：在非洲融資是一大問題，非洲有全球 60%的太陽能潛力，卻只有 1%的太陽能發電量，且仍有約 6 億人無電可用，最大問題就在融資，其成本相對高。教育也是一個問題，非洲缺乏技術人才與基礎建設，但最大問題還是在於資金取得。目前世界銀行、歐盟等夥伴正協助改善此一情況，如果無法克服，便難以達成能源轉型。

茅利塔尼亞有豐富的再生能源，同時正在進行氫能開發專案，並制定法律框架以吸引利害關係人，以建立許多私人投資誘因，但主要問題還是在於融資管道，此障礙仍然很高。

(二) Nicola Beer(歐洲投資銀行副總)

問：去年夏天歐洲投資銀行預計未來三年投入 1,500 億歐元於綠能，這如何進行？

答：2018 年歐洲投資銀行決定由支持氣候行動，轉變為氣候銀行，這裡有三個承諾，前兩項已經實行，第一，2021 年開始，我們的各種作為要 100%符合巴黎協定；第二，2025 年要有超過 50%的投資是在氣候行動；第三則是在 2030 年前投入 1 兆資金。我們與國家基金配合，對單一專案第一階段可提供 50%以上資金，讓專案更具可融資性，並降低風險，提升對私有資金的吸引力。整個任務太大，不可能只靠公共資金達成。

(三) Dr. Vera Songwe(Global Development Network)

問：近期的報告指出已開發國家在氣候行動的財務承諾是失敗的，我們如何重新取得信任？

答：2022 年開發中國家人口占全球 40%，卻只有 7% 的潔淨能源支出，其中只有 12% 來自私有資金，這裡要說明的是如何將 SDR(Special Drawing Rights)用於氣候行動，例如非洲開發銀行正請求 SDR 的支持，這一切都是關於投資與吸引私有部門信任，如果不具信任，風險就會提高，若想匯集資源，就要降低風險。對很多國家而言，對抗氣候變遷唯一的方法就是獲得優惠的融資，同時需要與當地資金合作，因為匯率是造成融資昂貴的原因之一。最後，這是一個供應鏈，發展中國家要成為供應鏈的一部分，才能獲得安全的買賣協議，並降低融資成本。

(四) Andrew Jeffries(亞洲開發銀行顧問)

問：亞洲目前有最多的溫室氣體排放，且仍有 1.5 億人口無電可用，加速潔淨能源轉型可謂一石二鳥，你認為目前擴大再生能源建置的主要障礙為何？如何藉由財務手段減輕這問題？

答：看起來是大環境的問題，某些國家用電成長遠大於 GDP 成長，未來 10 年可能需要將電力設施擴增一倍，每年都要大量的投資。我們致力於早期建置的化石燃料電廠除役上，但以南亞為例，燃煤電廠平均運轉約 15 年，而在北美或歐洲則是 45 年或更久，換句話說，這些機組的投資效益尚未完全回收，我想這是最大的挑戰。

六、拉丁美洲及加勒比海地區能源轉型經驗

(一) Dr. Michelle Bachelet Jeria(前智利總統)

問：在您第二任期中，智利再生能源占比自 6% 成長到 17%，您認為成功的要素是什麼？

答：當時開始訂定國家能源政策，我們讓許多利害關係人參與討論，轉型與改變需要集結各方力量共同推動。而當時的挑戰是電價很高，以及高污染的能源配比，且電網相當不穩定，因為我們兩條輸電線

路是完全分開的。在這過程中了解到的是，第一，推動變革要以參與性的方式進行；第二，要以長遠角度思考能源，這也是需要建立共識的原因。我想如何促進政府、企業、學術界及公民團體間進行氣候合作是一個重要議題。

(二) Elisa Facio(烏拉圭工業、能源暨礦業部長)

問：烏拉圭如何成功進行能源轉型，你對於目前還在使用化石燃料的國家有什麼建議？

答：南美洲的能源結構與其他地區相比是永續的，我們了解到各國狀況皆不同，必須選擇自己的步調，例如烏拉圭很早以前就在使用水力，在這基礎下，上個世紀末就已經達到再生能源占比 40%；此外，烏拉圭石油的使用一直都不高，所以這方面的轉型很快。我們也採取許多措施來保障投資及融資，例如稅賦優惠，同時也整合研發及創新，讓大家共同參與。

(三) Rodrigo Rollemberg(巴西綠色經濟、低碳暨生物產業秘書長)

問：巴西目前再生能源占比 48%，巴西如何在面對電力需求快速成長下，提供足夠綠電，目前轉型的階段為何？從中了解到什麼？

答：當提到食物安全、能源安全及氣候行動時，巴西是一個有策略的國家，巴西已決定發展低碳農業。在能源部分，目標 27%使用甲醇，35-40%使用生質燃料，我們也投資很多風力及太陽能，目前潔淨能源占比已達 48.6%；電力部分則有 90%來自潔淨能源。感謝現任的總統及德國的協助，巴西展現了轉型及氣候保護的承諾，我們希望與所有國家合作。我們要了解，不能只在工業國家創造價值，開發中國家也需要，整個供應鏈都需要轉變，能源轉型才會成功，氣候變遷影響了所有人，特別是對開發中國家，氣候保護基金應該支持這些國家。

(四) Dr Marcelino Madrigal(美洲開發銀行能源部部長)

問：加勒比海地區常面臨特殊的能源轉型挑戰，如極端天氣與天災衝擊電網，這些國家也有很高的再生能源目標，請說明美洲開發銀行如何支持這些國家？

答：先說明拉丁美洲目前的成果，潔淨電力占比達 60%，電力普及度 98%，5000 輛電動巴士，這有兩個關鍵，一個是資源，拉丁美洲有豐富的資源，再來是制度，要有大家合議的正式制度，對加勒比海國家也是如此。加勒比海國家是很小的經濟體，80%的能源仰賴化石燃料，燃料及食物花費約占 GDP 5-15%，自然災害也正衝擊這些國家，颶風可能影響 2-6%的 GDP，遠超過其他國家，颶風幾乎可摧毀一整座小島的能源設施，且頻率越來越高。他們碳排不高，卻受氣候變遷的衝擊，這是需要特別注意的挑戰。美洲開發銀行調整了對這地區的做法，著重提升災後復原力，例如災後基礎設施重建，我們提供相關財務措施，如災害保險及優惠貸款，協助建置更具抗災能力的設施。

(五) Mónica Escalante(Neo Energy 執行長)

問：妳的公司位於巴拿馬，請說明國家政策如何影響相關產業，以及過去幾年有什麼改變？

答：巴拿馬擁有豐富的自然資源，有水力、風、太陽能及雨林，是全球少數負碳排國家之一，這表示巴拿馬對於碳的捕捉比製造的還多。在能源組合上，去年再生能源占比 60%，45%為水力，8%太陽能，剩下是風力。巴拿馬正在發展氫能，目標成為美國及拉丁美洲的供應樞紐。太陽能部分，去年成長 44%，今天目標成長 55%，兩項關鍵，第一，在於政府相當注重能源轉型，制定了相關規範；第二，私人及國有銀行也願意融資與支持住宅、工業等各類型太陽能板建置。

(六) Gianni Chianetta(Greening the Islands Foundation 創辦人)

問：您過去曾與加勒比海地區的小島國家合作，您認為這些國家要如何脫穎而出？

答：加勒比海地區存在許多挑戰，這些國家並未造成氣候變遷，卻要為此付出代價。但他們未必只是一群需要幫助的國家，對他們而言，在氣候變遷領域也存在許多研發創新機會，例如我們在當地進行了小額投資，讓大家能展示各種 100%使用再生能源的案例。常聽大家說沒有錢發展再生能源，但目前卻還有相當多的資金對化石燃料進行補貼，應該要有適當的政策將這些資金轉移至再生能源。

七、產業政策如何綠色永續

(一) Laura Lochman(美國能源資源局副助理國務卿)

問：美國降低通膨法案採取了許多氣候相關行動，能否說明這法案如何塑造美國潔淨能源經濟，目前產生的影響是什麼？

答：我們認為未來潔淨能源技術相關供應鏈應更多元、分散化，這是艱鉅的任務，美國理解到需要在國內採取行動，並與國際合作，我們思考哪些投資需要私人部門參與，並確保其安全性，這是這法案部分的精神。此外，基礎建設法案及晶片與科學法案，都提供了潔淨能源供應鏈中相關生產、投資與示範計畫的激勵機制，還有各種技術的擔保貸款、及生產與投資稅收抵減等，這些將強化美國潔淨能源供應鏈及相關經濟的發展。

而目前產生了哪些影響，據統計顯示，在低通膨法案通過後的 18 個月，創造了 21 萬個工作機會，預計未來 10 年會再創造 150 萬個工作機會。此外，已有超過 2,240 億的資金投資於潔淨能源，幾乎含括全美國各州，其中最大的產業投資為電動車的 200 億、電池 750 億、太陽能 130 億及離岸風電 30 億。我們相信這些做為可讓美國至 2030

年將溫室氣體排放量相比 2005 年降低 40%。

問：低通膨法案對美國以外的地區有什麼意涵，此外，對於歐洲及中國等地的投資轉移到美國，您有什麼看法？

答：我們希望 IRA(Inflation Reduction Act)及相關法規可以帶動創新及特定技術價格的降低，讓新技術更容易推廣至世界各地，我們希望這些在美國的投資可以促進全球更多的投資，並讓技術成本在 10 年內可下降 25%。我們也與全球許多政府及夥伴合作，分享我們的經驗與方法，並持續檢討能吸引投資的相關法規。

問：能提出一個美國協助其他國家發展潔淨能源的具體案例嗎？

答：推動能源轉型特別重要的部分是關鍵礦產及原料的取得，美國沒有這些資源，所以需要建立礦產安全合作關係，這機制推行了一年多，目前有 15 個合作夥伴。我們與這些生產國家合作，並協助公共及私有資金的投資，這些開發專案會遵循 ESG 標準，並有益於當地發展及更多供應鏈的建立，例如在尚比亞的電池發展。

(二) Dr. Gerd Müller(聯合國工業發展組織秘書長)

問：聯合國工業發展組織如何支持綠色產業發展？特別是對南方國家。

答：我們的首要目標是將技術、創新及投資自工業國家引進開發中國家，那裡有全球 2/3 的人口。目前全球約 10 億人無電可用，且這些國家人口將快速成長，表示未來更多建設與能源。這有幾個關鍵問題。第一，如何將經濟成長與排放成長脫鉤，答案是創新，若未來只發展再生能源並不切實際，還應投入氫能及 CCS 等技術。第二，再生能源及氫能如何協助開發中國家轉型，我們需要開放相關技術，將技術移轉至這些國家。G20 國家對 80% 的二氧化碳排放有責任，工業化國家必須實踐對基礎建設及創新進行投資的承諾，但目前看起來投資於開發中國家再生能源市場的資金只有 3%。

我們機構有 172 個會員，在各大洲都有辦公室，執行 1200 個專案，這些專案帶來了合作關係、投資及創新。我們有知識與技術，缺乏的是政治意願，全球軍事投資持續增加達到 2.2 兆美元，但對開發中國家的援助卻逐漸減少，只占軍事投資的 10%，為達到世界和平，需要相關投資來解決飢荒與無電可用等問題。

問：請您說明在貿易上的觀點。

答：我們在產品、能源、礦產等方面有開放的全球市場，但卻沒有統一的標準，這是我們認為應解決的優先事項。例如大家一直提到的永續，但永續的標準是什麼，綠色礦產生產的永續指的又是什麼。綠色轉型需要綠色資源及綠色礦產，目前面臨的問題是沒有社會性及環境性的標準，我們正在推動這些事情的標準化。

(三) Jean-Marie Paugam(世界貿易組織副秘書長)

問：您認為什麼樣的貿易政策對確保能源轉型、產業轉型及全球的公平、公正是重要的？

答：貿易政策可以從不同層面替能源轉型帶來效益，舉兩個過時的例子，第一是關稅，我們可以降低關稅來加速轉型，朝低碳經濟發展，例如風機葉片等相關產品。第二是補貼，你們知道全球化石燃料的補貼是多少嗎，1.4 兆美金，我們有很多財務資源都在與轉型對抗。目前已有許多會員國重新檢討化石燃料補貼政策，這是貿易政策協助轉型的一種形式。

問：各國在推動內部綠色產業時，是否會變成產業政策競賽，只有最富裕的國家才能獲勝？

答：一個國家的政策如果是考量國內產業及國安，也許很難達到所謂的永續，因為相關生產成本可能會太貴，從全球角度來看又會更嚴重，會有更多政策無法協調，例如發展中國家對排除在綠能市場外，對

無法取得北方國家的補貼感到焦慮；對已開發國家，如美國、歐盟，大多數擔心的是無法與中國高度補貼的產業競爭，這些緊張關係都無法促使合作。WTO 認為有必要進行對話，我們近期已經召開相關會議，讓各國就永續、產業政策等面向進行對話，我想這是第一步。

問：WTO 對碳邊境調整機制的看法為何？

答：第一，碳定價應以無歧視的方式設計，就如同其他貿易政策。第二，是關於移轉，這是政治議題也是關鍵，如何進行技術移轉，並促進綠能相關技術在全球的可取得性是需要思考的。

(四) Joanne Bate(Industrial Development Corporation 營運長)

問：你們如何協助能源及工業部門從便宜的燃煤發電轉向使用再生能源？

答：這對南非是一個重要問題，南非目前出口許多高碳排產品，這在未來有很高的風險，需要進行轉型。南非不只有豐富的燃煤，也有很多風力及電池所需的關鍵礦產，我們有轉型至低碳能源相關的資源。而燃煤轉型是一個為期 25 年的轉型，非一夕可及，且產業轉型需要確保經濟不受各種國際政策影響。我們觀察到綠氫及再生能源發展的機會，過去 10 年政府約建置 5GW 的再生能源，現在越來越多礦業及能源用戶也擁有自己的再生能源。此外，綠氫是重工業減碳的關鍵，IDC 的遠景是領導綠氫商業化，綠氫的機會不只是作為能源，也是工業製成的一部份。我們也看到綠色農業的機會，農業肥料用的綠氫，對擁有廣大土地的南非來說也有競爭優勢。IDC 正在建構一個生態系，不只針對綠氫專案本身，而是如何進行區域發展。

問：南非是一個礦產豐富的國家，在地理位置上是亞洲與歐洲貿易的中心，在這重要的轉型時刻，您如何以永續的方式推動產業成長。

答：從區域供應鏈及綠氫來說，我們缺乏的是技術，推動產業發展及轉型的專業技術，這些技術需要在當地發展。這不只是關於礦產的開

採，而是產業發展及工作機會的成長。

(五) Dr. Ajay Mathur(國際太陽能聯盟秘書長)

問：您認為在政策面，促進綠能的關鍵要素是什麼？

答：關鍵在創造需求，為潔淨能源創造需求，歐盟的淨零產業法案或是美國的降低通膨法案都是促進產業發展潔淨能源的方式。但有個關鍵議題是，如果我不是歐盟或美國企業，要如何藉此取得投資，我們發現最有效的做法是提供擔保，而非補貼。提供擔保可讓國際投資人有信心將錢投入開發中國家。簡單來說，國家政策與環境很重要，但創造需求是促進綠能發展的終極做法。

問：許多北方國家逐漸希望在各自國內發展潔淨能源，而不是將供應鏈分散至全球各地，以彈性與安全性為優先考量，您認為這樣的觀點如何？

答：我認為這還是關於需求，生產地通常會靠近需求地，而運輸的量及距離也是一個考量，例如風機葉片運輸成本很高，他們需要在靠近需求的地方生產，但太陽能電池就比較容易運輸，能在全球各地生產。創造需求就能創造生產，而能協助相關投資的則是擔保機制，所以需求與擔保機制是兩個決定生產設備在哪建置的關鍵。

八、演講(第二天)

(一) Dr. Auma Obama(德國學者、作家)

這裡要說明的是讓所有人參與能源轉型的重要性，我的觀察是我們希望世界改變，卻不改變自己，大家願意使用比較少的能源，卻持續以既有方式生活，這相當不切實際，我們把 100 輛燃油車替換為電動車，但這並未改變 100 輛車在路上跑的事實。什麼才是改變，就是用步行的，以接近自然的方式生活，因為我們都太懶惰才要消耗這麼多能源。

為什麼 40%的排放來自營建業，因為我們使用混凝土覆蓋所有東西，

看看世界各大城市，所有地方都被覆蓋，已少有樹木及土壤。人們希望所有事情都是舒適且簡單的，也許脫掉鞋子在泥土上走很長一段路是困難的，但卻是簡單的改變方式，為什麼非洲的排放這麼低，因為 70% 的人生活在鄉下，每天都能看到土壤。

在我看來我們的行為是最大的問題，現在已經有許多與自然貼近的建築技術，如果能往回倒退一點，也許就能找到答案。

(二) Dr. Hamed Beheshti(Boreal Light GmbH 共同創辦人兼執行長)

這裡要談論有關水的部分，氣候變遷產生兩個具體現象，一個是太多的水，我們叫洪水；另一個是太少的水，我們叫乾旱。講到這裡，我們要關注水處理產業，這是最耗能的產業之一。在一個非洲小島上有 170 萬人口需要用水，水處理的相關電費支出為一個月 150 萬歐元。在拉丁美洲的一個小島上，整座島的電力都使用柴油發電，每天要燒 2 萬公升的柴油，其中有 1/4 用於水處理，且用量正逐漸增加。我要強調的是，水資源處理規模在全世界逐漸增加，但能源轉型並未考慮這方面的用電成長，鹽水入侵是我們要面對的現象，這也是氣候變遷的直接影響。

再來要提到綠氫，它的製造來自電力與水，需要很乾淨的水，比你們桌上喝的水還乾淨，換句話說，需要更多的水資源處理能力，也就是更多的電力。發展綠氫本身沒問題，它能使用再生能源製造，我們都理解，但水的部分呢。我很意外的是，缺乏水資源的國家想要出口綠氫給歐洲，事實上他們連當地居民每日用水都無法滿足，很難想像德國從納米比亞進口綠氫，但當地居民卻苦於無水可用。

(三) Kadija Simboro(Practical Action West Africa 能源專題負責人)

能源轉型不僅是技術與政治的過程，也是社會的轉變，需要全民參與，青年與女性在促進轉型上也扮演重要角色。青年將承擔我們現在行為與決策的後果，我們正在肯亞執行一個專案，訓練青年有關適應氣候

變遷的新農業技術，藉以提升農產量。而賦權予女性則是對抗社會正義的關鍵，特別是在開發中國家，應給予女性平等的機會與決策權，確保所有人共同參與轉型，我們讓女性學習更有效的能源使用方式，例如建造更有效率的火爐，減少做飯用的木材使用，進而減少樹林砍伐與空氣汙染。為有效對抗氣候變遷，青年及女性的加入是必要的，我們能協助他們發揮潛力。

(四) Dr. Bärbel Kofler(德國經濟合作暨發展部政務次長)

我們有各自的利益，但也有對抗氣候變遷這共同的目標，為此全球需要合作提供所需，這是我所在部門要做的事，德國依賴其他國家的商品及能源以完善供應鏈，這也是我們為何需要夥伴關係。這不是告訴其他國家該做什麼、該如何解決問題，而是共同尋找解決方式與協調彼此觀點，為此，我們需要真誠的對話，且確信唯有確保社會公平與公正，克服可能造成的社會動盪，能源轉型才能成功。

說到綠氫，這不只是關於製造與出口，也應討論經濟可行性與友善生態的做法，及生產地區居民生活的提升，如此才能創造一個新的價值鏈，我們要對抗環境，同時創造就業與成長機會，並關心缺水議題與協助開發中國家土地利用。德國與非洲的摩洛哥及拉丁美洲的巴西都有氫能合作計畫，我們共同解決問題，協助當地經濟與提供工作機會。當提到能源轉型，我們也需要共同面對社會與經濟轉型，同時建立信任與夥伴關係。

(五) Sharan Burrow(Just Transition Solutions 首席顧問)

我們需要所有人都加入轉型的行列，才能提升能源轉型的規模與速度，但過程必須是公正的，例如我們承諾終止森林砍伐，但其中的供應鏈卻存在許多工作崗位，投資計畫也要將公正轉型納入融資與規劃中，以取得相關受僱人員的信任。我們知道所有部門都要迅速脫碳，然而化石燃料公司卻拒絕快速轉型，我們需要這些公司改用再生能源作為燃料，

政府必須在各監管做法上讓他們別無選擇。有序的公正轉型需要在各領域進行更新投資，需要擴大電氣化，特別是交通與工業部門。

能源轉型對製造業帶來了機會，製造業是高度碳排產業，他們的流程需要減碳，需要更新大量專業的設備與技術，例如再生能源、綠氫、輸電設備、電動運具、電池及其他裝置來取代高碳排的技術，這些關乎工作與投資，許多地區能藉由潔淨技術的再工業化振興。政府也能從中獲利，包括生產力、就業及人民收入與稅收的提升。

產業政策及財務是實現這些機會的關鍵，且須確保跨世代的公平，認識到、並解決技能的差距至關重要。同時應考慮公正轉型的成本，包括大幅增加新學徒的數量，並重新培訓數百萬名現有員工。面臨核心技術移轉的企業，如礦業、製造、運輸、營建、農業及服務業等，必須提供融資；國家間也要建立新的夥伴關係，不僅是以傳統的做法援助，也不是對開發中國家的榨取與剝削，而是一種互益關係，這是整個經濟體系的轉變，我們將在有生之年見證並讓它的發生。

(六) Nidhi Pant(S4S Technologies 共同創辦人)

我跟 7 位朋友共同創建 Science For Society – S4S Technologies。有很長一段時間，農夫對我而言一直都是以男性的形象呈現。但當我開始花時間深入印度的村莊，發現女性不僅肩負家務，還有在農田工作的責任。在印度有約 65%的農業勞動力是女性，但他們是以農業勞工或是一日工人的嚴苛條件下工作。農業環境的條件也阻礙女性握有自己的農田，因此也阻礙他們從政府方案中取得利益或是正式的信用。不穩定的雨季、熱浪、氣候變遷導致女性農民越來越弱勢。單純的農業收入逐漸不足以支撐他們的家庭，導致走向貧窮。

而在我跟這些農業女性的互動中，可以觀察到她們擁有共通點：她們有技術、有韌性、有毅力，且有強大的慾望對抗氣候變遷及支持他們的家庭。

我需要繼續找到新的途徑讓這些女性有足夠的經濟能力及更有彈性的對抗氣候變遷。但過程中我遇到一個最大的瓶頸：找到他們可以承擔、可靠的、永續的能源。印度大部分的村莊都有電力，但是並不穩定，且只足夠供應個人使用。但是不足給任何產業或企業存活於村莊。現在的再生能源有機會將收入推及農民，可以幫助農民多元化收入來源，也讓產業及企業能在村落中發展。想像一下有一間大型中央工廠可以產製你的包裝食品。我們想將這些是推及到數千位女性農民身上，那些種植及販賣番茄的農民，就有機會或有機器工具能製作及販售番茄醬。S4S 幫助女性農民建置小工廠成為食品製造商，讓他們可以產製和販售。而因為這些產製能源來自生質能及太陽能，所以可以同時降低整體產製過程中的排碳量。藉由這些額外收入及取得的工作尊嚴，這些女性獲得決定生產的控制權，同時向世界證明他們不再只是被動的受益人，而是一起思考改變的強力夥伴。因成為養家餬口的人，他們有了新的身分地位；因為有了自信、工作機構和工作尊嚴，他們正在改變自己在社會上的地位。

現在這些女性正擔任對抗氣候變遷的領導人，提升當地經濟、創造就業機會、創造更多收入，並與政府共同提倡。我在跟妳們分享他們的故事的同時，我也同時被提醒著，這些草根、脆弱女性不再只是被動受益人，而是正在帶來持續性的社會、經濟、環境影響的夥伴。這也將為能源帶來機會，當女性一同幫助女性，這些女性也將為世界帶來力量。

九、公正轉型與兩性-不讓任何人落後

(一) Kanika Chawla(Sustainable Energy for All 董事兼幕僚長)

問：分享您對確保所有人都能獲得永續能源的看法，特別是針對女性及弱勢團體。

答：非洲、拉丁美洲及亞洲許多地方的人們仍然生活在能源貧窮中，且人數持續增加，若這現象持續存在，或特定群體被排除在參與能源市場之外，能源轉型便無法完成，許多分析報告已指出這些問題發

生的區域與人數，但現在需要的是具體實踐，提供他們永續且可負擔的能源。此外，女性常常被這些分析報告忽略，能源貧窮不只是電力的取得，也包含相關生活品質、健康照顧與安全議題，以及她們在經濟活動上的參與，例如藉由電力獲得家庭手工等微型創業機會。

問：能提供一個您們協助的具體案例嗎？

答：在獅子山、迦納、肯亞及巴拿馬，我們有針對大學女性的訓練計畫，讓她們有機會在能源相關領域工作，增加女性參與能源產業的機會。另外有一項提供企業的補助計畫，特別針對從事女性相關商業活動的企業，例如烹飪，同時該企業需說明女性員工與高階主管的比例，目標是支持女性企業家。

問：就您的經驗而言，什麼樣的財務工具最能支持且適合偏遠地區的電力取得？

答：我們花太多時間與能源監管機關合作研議能源法規，事實上我們更需要合作的對象是財務監管機關、地方銀行與中央銀行，目前信評機構評價風險的方式並沒有反映氣候變遷與某些社會性要素，不具有包容性。此外，開發中國家有強烈建置發電容量的需求，但目前投資量能卻不夠，也許是我們沒有提供得知這些投資機會的管道，這些管道需要被建立，而我認為保證機制能有效促進市場發展。真誠的合作是最後一片拼圖，甚至需要目前開發中國家共同合作、一齊發聲，若女性、原住民、青年及開發中國家能以集體的力量發聲，他們就能成為價格制定者，並在全球市場有更大的發言權。

(二) Alex Wachira(肯亞能源部秘書長)

問：在肯亞，兩性政策的成果如何以及遭遇什麼困難？

答：我們之前提出了潔淨烹飪計畫，期望 2028 年達到全面的潔淨烹飪。

另一個是太陽能板加速計畫，肯亞的 47 個城市中，有 14 個沒有與國家電網相連，因為建置成本太高，所以我們開始設置微電網，並以電池與小型發電機作為備援，確保 24 小時有電可用。我們面臨的問題是文化價值的衝突與人們缺乏教化，你會發現一些傳統的刻板印象，例如用傳統木柴比用天然氣煮飯好吃，或是用傳統木柴比較便宜等，我們需要進行許多啟蒙教育來協助這些觀念的轉變。在女性方面，我們也持續與她們溝通潔淨烹飪相關議題，以加速轉型。

問：您認為讓偏遠地區獲得電力的重要方式是什麼？

答：我們做了許多努力，這裡說明兩個專案，一個叫 Last Mile，今年已投入 2800 萬於偏遠地區電氣化。另一個專案叫 Holistic Approach of All Energy Sources，指的是任何能使用生質燃氣的地方皆推動使用，而能使用太陽能的地方，一樣全面推動使用太陽能，我們不依靠單一能源，而是充分利用任何能讓我們取得電力的方式，期望 2030 年 100% 人口皆有電可用，並於 2028 年達成全面潔淨烹飪。我們需要更多資源、技術與援助，包括潔淨烹飪設備的製造。

(三) Catherine Stewart(加拿大氣候變遷大使)

問：能否說明加拿大如何讓能源部門更多元，妳看到了哪些成功指標，以及有什麼必要條件？

答：在我國進行氣候溝通的經驗中，約有 30% 是女性代表，我們也在政府相關決策上，提倡以性別為基礎的分析，確保女性及弱勢團體都有被考慮進來。我們也提倡女性有平等的薪資、領導權與機會。最後，加拿大也藉由氣候基金資助全球能源轉型，我們已經投入 53 億中的 10 億，同時資助國際女性支援相關政策。在相關資助計劃中，至少有 80% 將兩性平權納入考量。我們知道女性或多或少都受到氣候變遷的影響，但她們同時也是改變的動能。

問：加拿大最近提出永續就業的倡議，對能源部門的影響是什麼？

答：2023 年 6 月推出的永續就業法案，期望強化氣候行動相關的工作準則，並設立委員會，讓利害關係人與政府能不斷進行對話，確保受僱員工未來的公平公正。加拿大也在去年提出永續就業過度計畫，著重於 10 個不同領域，包括促進低碳經濟產業的投資，並確保受僱員工從中獲得新的機會。此外，每五年會發布永續就業行動方案，來評估投資於淨零排放的效益，我們將所有人都考慮進能源轉型裡。

(四) Chandrasekar Govindarajalu(世界銀行能源部管理援助專案執行經理)

問：您負責的計畫其中一項目標是提升永續能源領域的兩性平等，能否分享一些實務做法，什麼樣的專案特別具影響力？也許能說一下您與誰合作。

答：兩性平等是我的專案核心，鼓勵所有提案都要包含兩性差距評估與提出降低差距的做法，2018 年約 44%的專案有進行兩性評估與消除性別差異，至 2023 年已提升到 92%。我們也研究有關兩性如何在水力發電領域的整合，目前只有 25%的女性投入這領域，我們有增加女性在電力部門受僱人數的做法。

問：您有負責一項 Leave no one behind 計畫，能否說明一下有關清潔、可靠能源取得中的強迫遷移議題。

答：強迫遷移(forced displacement)是一項重要挑戰，發生在中低收入國家，2023 年高達 1.1 億人，他們缺乏合法、可靠、潔淨的能源取得管道，他們生活在沒有電網或只有微電網的地方，我們在這些地方推出了一些商業模式來協助他們。

(五) Hannah Kabir(Creeds Energy 執行長)

問：能否分享在女性議題上看到的最大障礙，及有效的支持做法。

答：第一，歸根究底在於只有少數女性接受教育，工程領域的人又更少，

所以只有少數女性能參與相關工作。第二，是刻板印象及社會結構，特定的工作被認為不適合女性，且認為花太多時間念書會減少結婚機會。目前最缺乏的是政府支持，要降低這些障礙，需要提供安全且有質量的教育管道，並展示女性能夠擔任領導與決策角色；同時國際能源框架要確保兩性政策是被包含進來的。

問：您認為替偏遠地區建置電網最有效的做法是什麼？什麼樣的政策支持是必要的？

答：分散化的能源供應是關鍵，甚至是微電網間的互聯，這對難以連接電網的地方很重要，我們發現這些地區的小家庭能間斷的使用電力，這模式也讓他們能分批支付電費，若能獲得一些獎勵和補貼，便能讓我們的客戶支付更長時間的電力使用。

十、綠氫的永續標準

(一) Tom K. Alweendo(納米比亞共和國礦業和能源部長)

問：氫氣製作的原料來自乾淨水源。納米比亞如何在當地缺乏水資源的情況下，同時提供足夠民生用水且發展氫能產業？

答：我們除了仰賴地下水外，也將透過當地充足的風力及太陽能，進行海水淡化產製乾淨的水。

問：若要訂定經濟、社會、生態永續下的氫能規範，您覺得什麼是最重要的？

答：對我而言，最大的問題是，誰來決定什麼是標準、什麼是對的方案？我們要做的是坐下來取得共識。

問：誰是那個發起者？形式為何？

答：在許多論壇都說他們會訂定規範，但真正產製氫的開發中國家並未加入討論。我們不應只由消費國訂定，供應國也應參與，否則制定

出的規則將擠許多開發中國家。

問：歐盟正在訂定規則，他們有找你討論過嗎？

答：有，但不是正式的談論，只是私底下詢問意見，我不認為這樣的私下交流算正式的對話。

(二) Rachel Fakhry(美國自然資源保護委員會新興技術、氣候與清潔能源專案政策總監)

問：美國市場對於氫氣的需求應該很高。請問美國本身有多餘的氫可以出口嗎？你們會需要進口嗎？如何在進出口之間取得平衡？政府對於貿易間障礙的應對政策？

答：美國對於氫的需求市場尚未明朗。2022 年降低通膨法案的確提供非常多補助在生產氫氣上，但需求面尚未顯現。技術上的不確定性也還很高。我們都知道氫能發展會給那些難以電氣化的領域一個走向淨零的解方，但氫氣所能夠涵蓋的角色及範圍仍是一大不確定性。因此，目前美國還沒有一致性的氫能相關規範。我們看得出市場對於氫氣出口是有野心的，因此在去年，美國訂定了的《國家氫能戰略》，內容包含氫能出口市場的規範等，並預計 2030 年初應該有完整的法規，因此我相信美國長期而言將是出口國。

由於我們的補貼眾多，目前已宣告了十億規模的計畫，我們未來可以看是否被實踐。這顯示了美國對於出口氫氣到歐洲市場的野心，大家都在觀望規範將如何被建立。

問：你對 Mr. Alweendo 認為生產者沒有參與對話的想法有何見解？有些人批評標準過於嚴苛，這將阻礙生產及貿易，您認為如何？

答：並沒有證據顯示規則標準會阻礙發展，生產及交易仍然持續增長中，規範的建立對於公眾的信賴來說相當重要。3 pillars 的出現在美國跟歐洲指出了一條明確的執行方向。若規範過於零散且沒人相信綠氫

的定義下，將沒有人想投資。

(三) Sungat Yessimkhanov(哈薩克共和國能源部副部長)

問：在您的國家，藉由綠氫降低排碳的角色為何？您認為有充足的量能夠出口嗎？

答：提供您過去 10 年間發展的數據，我們國家再生能源占比 13%，包含水力發電。我們希望持續發展綠氫，並在 2060 年達到淨零，綠氫是我們其中一個重要的環節。

我們知道自己的國家並非主要的能源消耗國，這讓出口變得更有機會。生產綠色鋼鐵固然重要，但出口氫氣也很重要，載運的過程也很重要，我們現在跟德國的廠商合作希望在第一階段產出 200 萬噸綠氫。水對我們而言也很重要，我們將在裏海進行用海水淡化製氫，這不僅是為了出口氫，也將用於國內的農業。這也是我們希望在德國和歐洲尋求的合作模式，希望各位可以協助我們成為這一領域的專家。

(四) Svitlana Grynychuk(烏克蘭能源部副部長)

問：烏克蘭擁有充足的天然資源，未來有機會成為歐洲的綠氫供應國，然而俄羅斯的入侵可能影響烏克蘭發展，請問你們的政府如何應對？

答：這兩年戰爭讓烏克蘭的能源設施被大量破壞，然而不同於往年，我們 2024 年冬季並沒有嚴重停電，這歸功於友國的幫忙，我們也努力進行各種重建作業，且不因為戰爭停下能源轉型腳步。我國於 2023 年設定了 2050 年的轉型目標，且認同氫能是轉型的重要元素，展現烏克蘭與歐盟一致的面向。我們正在氫能準備的最後階段，希望每年能產出 1.5 百萬噸的氫氣，提供國內民生及產業使用。同時我們制訂法規、設置傳輸管線、成立氫能研究技術團隊。除避免更嚴重的氣候變遷，我們希望透過能源創造的政權力量停止戰爭。

問：歐盟的規範對烏克蘭而言是機會還是障礙？

答：我們目前都依據歐盟的規範訂定國家政策方向，我們把握這些機會和規範發展了許多計畫。

(五) Salim Al Aufer(阿曼蘇丹國能源與礦產部長)

問：阿曼已經被認為是中東第一大、世界第 6 大氫氣出口國。不一致的標準和認證方案對你們來說是個議題嗎？

答：歐洲訂定規範時我們有加入討論，我不覺得應該要被動等著被邀請，而是發展國應主動加入討論，並創造合作關係。我們嘗試創造新的模式、脫離灰色能源，成為 100%綠色能源，以符合所有規範。

(六) Jonas Moberg(綠色氫能組織(GH₂)首席執行官)

問：綠色氫能組織已提出有關綠氫的規範，並且強調一致性的規範才能提升市場信心跟貿易，你們如何制定?與誰溝通過?歐盟自詡是規範的先驅者，你們訂定的規範與歐盟有何不同之處？

答：我們邀集許多國家(如：納米比亞)及企業(如：阿曼的 CMP)共同研議。最終產出三大支柱：

1. 第一個支柱攸關排放內容，當併網時，使用何種能源就變得很重要，例如美國的電網用了許多煤，我們並非要推崇綠氫，但如果路徑中無法取得乾淨的綠氫，一切將是枉然。我們跟投資人提到 1kg CO₂/ 1kg 氫，這是一個好的衡量標準，這樣就能跟灰氫或碳捕捉進行比較。然而每個國家都希望制定出符合自身能源環境的規範，我們在做的就是綜合考量各國情況，取得共識，同時不觸碰各自底線。
2. 第二支柱，我們要有更廣泛的 ESG 要求。以水為例，我們需要新的海水淡化協定，規範如何處理海水等關於水的廣泛管理，並確保責任歸屬。

3. 第三支柱，我們必須強制已開發國家考量有利於開發中國的做法。例如相關計劃如何滿足或對永續發展有貢獻？有無對當地提供充足工作機會？有無帶動該國產業發展？這也是影響綠氫輸送的要素。我們在研擬規範時就會評估怎麼樣的產業能同時推動在地的經濟。

問：你們會跟哪些團體或機構合作加速推行規範？

答：我們必須跟政府一起，這是關鍵，例如歐盟。政府會帶領公司加入、協助檢視整體供應鏈、及確保妥適性；我們也跟石油和天然氣業者合作，確保他們提出特殊甲烷報告，若無法提出，將影響整體排放；另外我們也參與許多國際交流。

十一、小結

本次會議及對談觀察重點如下：

(一) 政策聚焦：觀察本次的溝通主題及邀請單位，不難發現本次德國著重氫能發展，原因如下：

1. 氫可由水取得，燃燒後零碳排，且不像化石燃料有耗盡的一天。
2. 藉由電解技術，氫可將不穩定的太陽能及風力儲存下來，待需要時再做能源轉換。
3. 德國是工業大國，擁有許多較難淨零的排放大戶如鋼鐵及化工業等，氫有機會替代相關高碳排製程原料，因此改善相關製程及能源轉換是加速轉型的關鍵。
4. 氫氣輸送可沿用既有天然氣管道，也可利用海上運輸，從儲存、運輸到銷售，都與油氣業高度契合。

(二) 溝通對象聚焦：大會邀請美國、非洲、拉丁美洲、南亞等國的能源機構長官、國際組織官員、與國際金融機構及推動能源轉型相關企業的代表。廣邀各國係因烏俄戰爭讓德國意識到風險分散的重要性，不可過度依賴單一國家，必須以能源創造政權力量，平衡國家勢力。同時藉由媒體力量，宣揚德國氫能發展野心。

(三) 轉型正義呼籲：能源轉型過程中，不免造成獲益不均，本次大會藉由公開平台，向大家呼籲應落實公正轉型：

1. 女性在開發中國家扮演家務主要角色，尤其在烹飪部分，然而傳統燒柴的烹飪做法碳排較高。此外，開發中國家職場多以男性為主，女性將可帶入多元思維與想法，因此能源轉型推動上應多聽取女性意見，同時改變傳統家務觀念，因此女性的加入為能源轉型不可或缺的一環。

- (四) 已開發國家想要資源，發展中國家想要技術及金援，如何取得平衡需要大家於會中集思廣益。
- (五) 政府是轉型的關鍵推手：德國為能源轉型政策每年花大筆經費，廣邀國際合作夥伴及媒體，並安排場地與參訪等，希望營造供應國及需求國的對話平台，在氣氛友善、誠意十足的環境下促成德國與他國的氢能合作。

肆、參訪行程

一、柏林能源轉型導覽

(一)50 Hertz Transmission¹

1.公司簡介

50 Hertz 隸屬於比利時 Elia 集團，由 Elia 集團持股 80%及 KfW 持股 20%，如圖 2，為德國北部及東部的輸電營運商，電網長度超過 10,600 公里，涵蓋區域包括布蘭登堡、梅克倫堡-西波美拉尼亞、薩克森、薩克森-安哈特、圖林根、什勒斯維希-霍爾斯坦、柏林及漢堡等邦，提供 1800 萬人口用電，如圖 3。

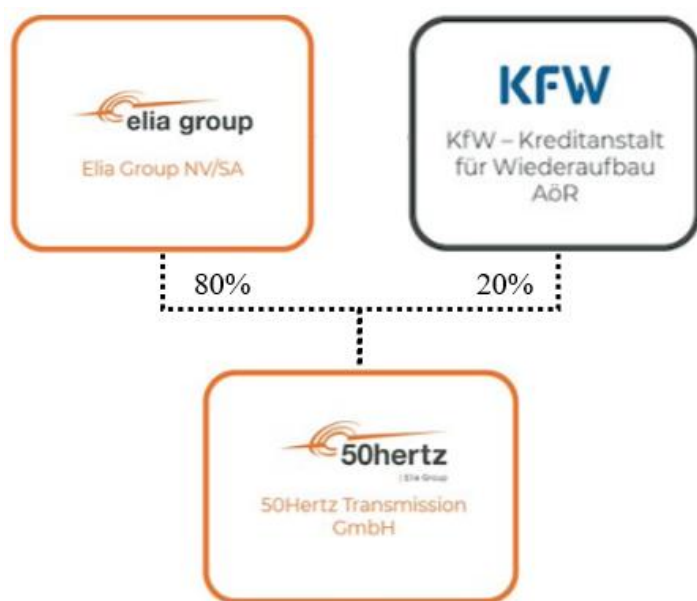


圖2 50 Hertz股權結構

資料來源：50hertz官方網站。本報告自行繪製。



圖3 50 Hertz營業區域

資料來源：50hertz現場簡報。

50 Hertz 營運區域內的再生能源用電量已達 72%，裝置容量約

¹ 本節內容整理自 50hertz 現場簡報，及其官方網站：<https://www.50hertz.com/en/Company>。

69,983 MW，相關資訊如表 2：

表 2 50 Hertz 營運區域內再生能源占比及裝置容量

| | 2023 | 2010 |
|-----------|-----------|-----------|
| 再生能源用電量占比 | 72% | 25% |
| 再生能源裝置容量 | 69,983 MW | 38,354 MW |
| 風力 | 22,430 MW | 11,318 MW |
| 太陽能 | 21,145 MW | 2,418 MW |

資料來源：50hertz 現場簡報。本報告自行整理。

2.能源轉型業務

50 Hertz 所在地區目標 2032 年達到 100%再生能源使用，而電網擴張為能源轉型不可或缺的一環，必須積極開發陸域及海上潛在案場，並使其與既有電網相連，50 Hertz 以此為目標，致力於讓區域內既有及新興產業皆能獲得綠電。

為達前述目標，50 Hertz 近年有多項電網重要建設計畫彙整如表 3：

表 3 50 Hertz 近年電網重要建設計畫

| | |
|------------------------|--|
| Kontek Interconnector | 為連接德國與丹麥的電網，已營運約15年之久，近年開始更新計畫。 |
| Baltic1/Baltic2 | 為世界首個複合式海上電網系統，連接 Baltic1(483 MW)、Baltic2(288 MW)兩個離岸風場，並將其電力傳送至德國及丹麥兩個，即此系統除傳送離岸風電外，亦將兩國電網連接。 |
| Ostwind 1 | 於2019年完工，連接Wikinger (350 MW)及Arkona(385 MW)兩風場的電網系統。 |
| Ostwind 2 | 建置中，連接 Arcadis Ost 1 (247 MW) 及 Baltic Eagle (476.25 MW)兩風場的電網系統。 |
| Ostwind 3 | 建置中，連接Windanker風場的電網系統，其陸上接點將不同於Ostwind 1/2在Lubmin，而是在Stilow。 |
| Ostwind 4 | 規劃中，Ostwind 4將是50 Hertz第一個在波羅的海使用HVDC的電網建設。 |
| North Sea Cluster | 與TenneT合作建置，將使北海風場可連接至德國本土，並協助當地氫能電解發展。 |
| Hansa Powerbridge | 規劃中，將德國風能連接至瑞典，協助當地製氫，作為德國間接儲存其綠電之管道。 |
| Bornholm Energy Island | 規劃中，位於波羅的海中的小島Bornholm，將規劃為海上能源中心，除作為將離岸風點送至德國及丹麥的中心外，未來將進一步擴及至海域周邊各國。 |

資料來源：Elia group, A sea change in offshore energy development。本報告自行整理。

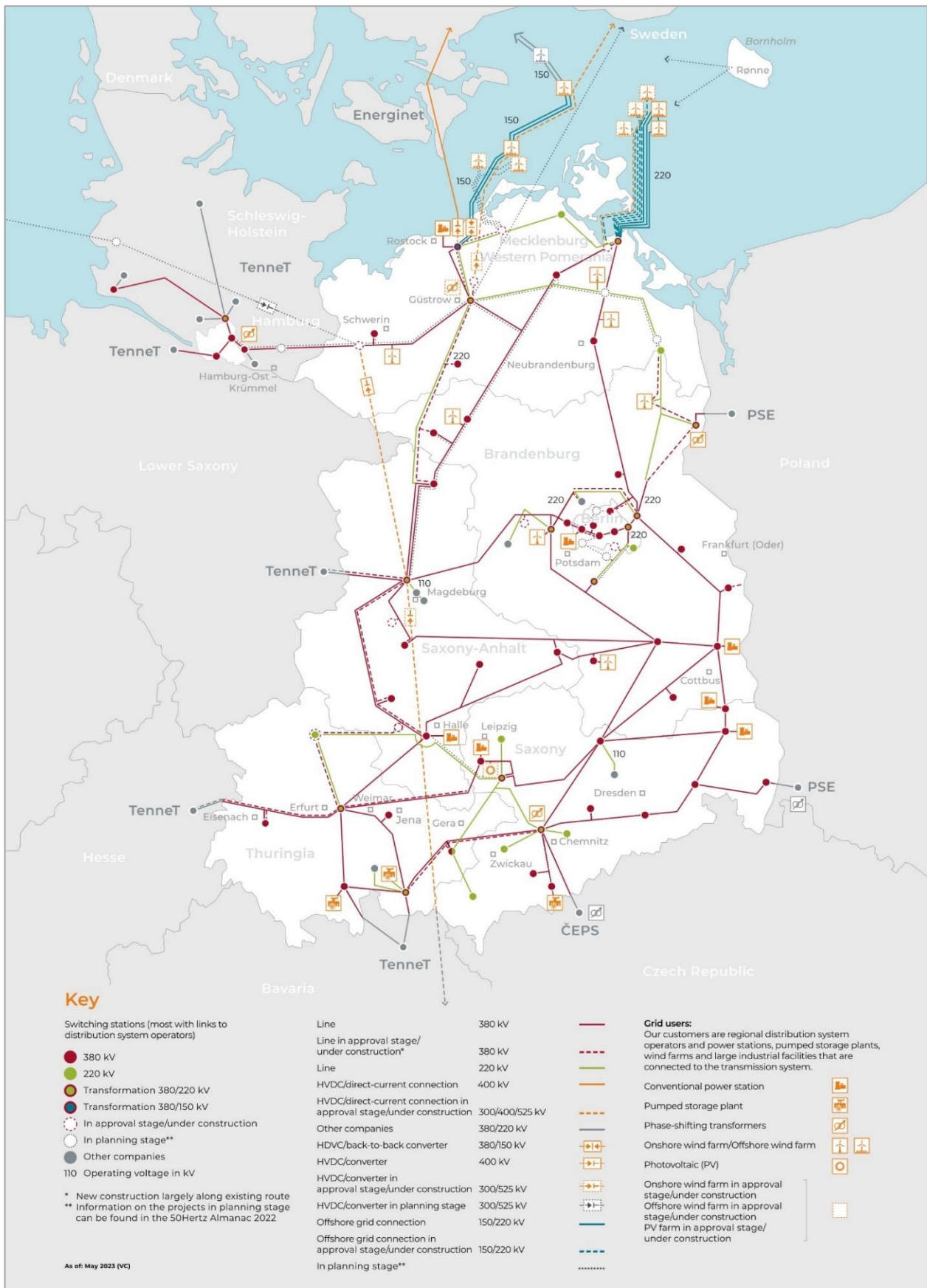


圖 4 50 Hertz 電網系統

資料來源：50hertz (2022), Grid map, incl. grid expansion projects in planning stage.

(二)Enertrag SE

1.公司簡介²

Enertrag 自 30 年前即致力於再生能源產業，業務範疇合括所有再生能源相關服務，擁有超過 1,200 支風機，每年綠電產量 1.6 TWh，與超過 800 名員工，具備成功營運、維護、規劃及建置電源與電網之經驗，且能有效整合能源、供暖及運具等介面。

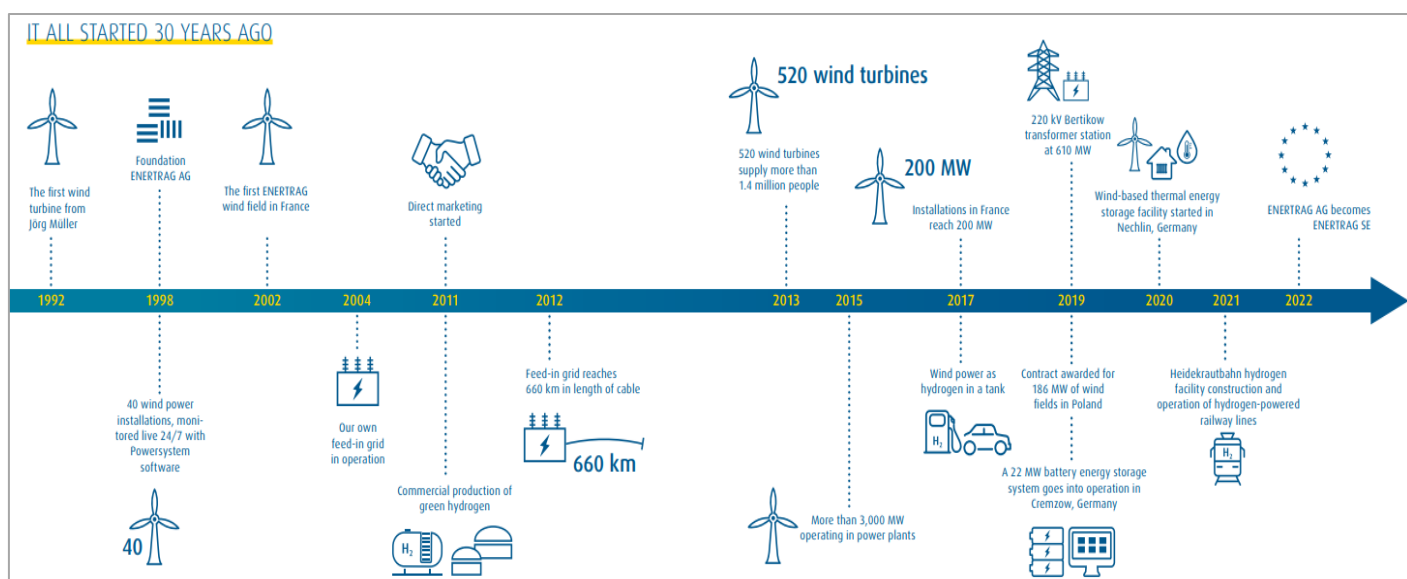


圖 5 Enertrag 發展歷程

資料來源：Enertrag SE 現場簡報

2.能源轉型業務

近年 Enertrag 專注於氫能發展，其簡報中特別強調「水」(氫及氧)將成為未來的燃煤。為了在沒有太陽與風力時，仍能滿足用戶及各產業的電力需求，Enertrag 自 2008 年即投入綠氫生產，而該公司認為，再生能源及綠氫建置，僅為其能源轉型的第一階段。第二階段則專注於智慧的連結電力、供暖、工業及運輸，在風力過剩時替大樓供暖，

² 本節內容整理自 Enertrag SE 現場簡報，及其官方網站：
<https://enertrag.com/windstrom-wasserstoff-speicherloesungen-und-sektorkopplung>。

並利用綠氫替運具減碳，或提供工業清潔的化學產品及綠氫，如圖 6。

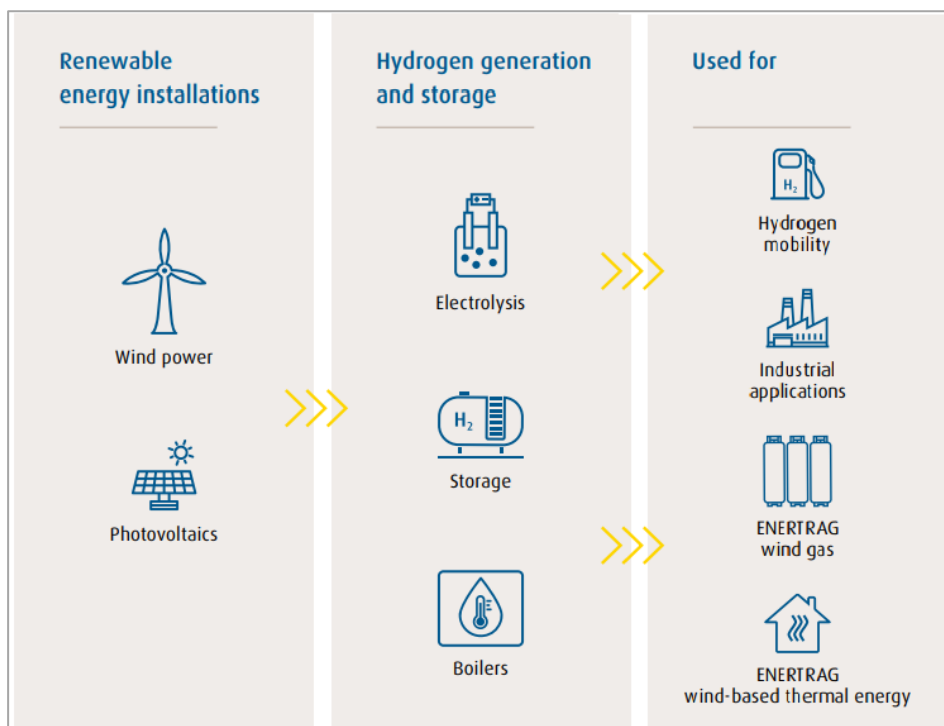


圖 6 Enertrag 綠氫生產及應用

資料來源：Enertrag SE (2022/2023), Corporate brochure: One energy ahead, p.25.

Enertrag 同時提供綠氫物流及運輸方案，包括拖車及天然氣管線。自 2014 年起，Enertrag 已在 Ontras 地區藉由既有天然氣管線，運輸約 1 GWh 的綠氫，除達到減排目的外，亦降低了對天然氣進口的依賴及對化石燃料價格波動的影響。

至於 Enertrag 如具體整合相關技術，如圖 7 所示，其位於 Uckermark 的整合型電廠，除藉由再生能源生產電力、氫能及熱能外，並在沒有風力發電時，藉由區域內設置的 2 座汽電共生機組發電，該機組可由生質燃氣與生質燃氣-氫氣混和物推動；同時建置儲能系統強化電網穩定性。這讓 Enertrag 如同傳統電廠一樣，提供可預測且即時的電力，所有相關運作資訊皆整合於控制中心，即時監控及控制各發電裝置、變電所與配電線路，整體配置下，將再生能源變成可預測的

電網級能源。

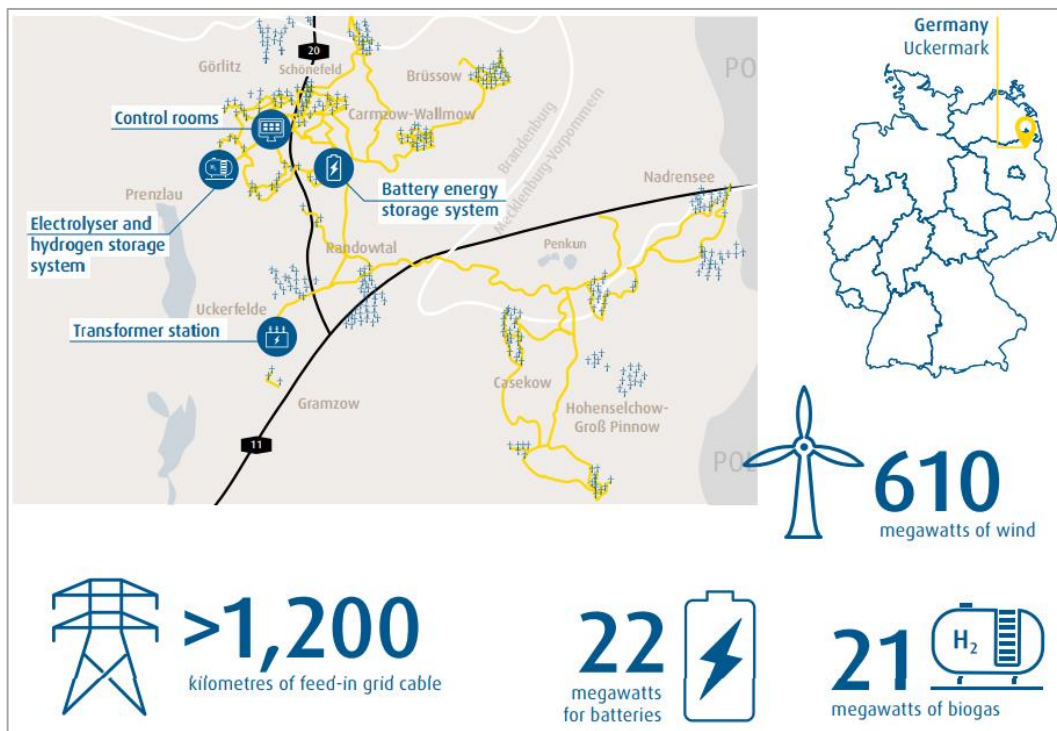


圖 7 Enertrag 位於 Uckermark 的整合型電廠

資料來源：Enertrag SE (2022/2023), Corporate brochure: One energy ahead, p.29.

(三)SunCrafter³

1.公司簡介

2019 年於柏林成立，以建置離網的太陽小型系統及太陽能板二次使用為其主要業務，並替電動腳踏車及電動滑板建置充電設備。

2.能源轉型業務

2016 年 IRENA 預估 2050 年廢棄太陽能板約 8 千萬噸，然至 2022 年此數據以上調至約 2 億噸，如圖 8 (2021 年約 20 萬噸，2030 年成長至 4 百萬噸，2040 年達 5 千萬噸)。太陽能板是可回收再利用，IRENA 認為在 2 億噸的廢棄太陽能板中，可回收超過 1,770 萬噸的原料，創造約 88 億美元商機。

在歐盟 WEEE(Waste from Electrical and Electronic Equipment)法案中已對相關設備的回收及再利用做出方向性規範，此外，亦有許多討論小組對 2 次利用產品的標準進行研議。

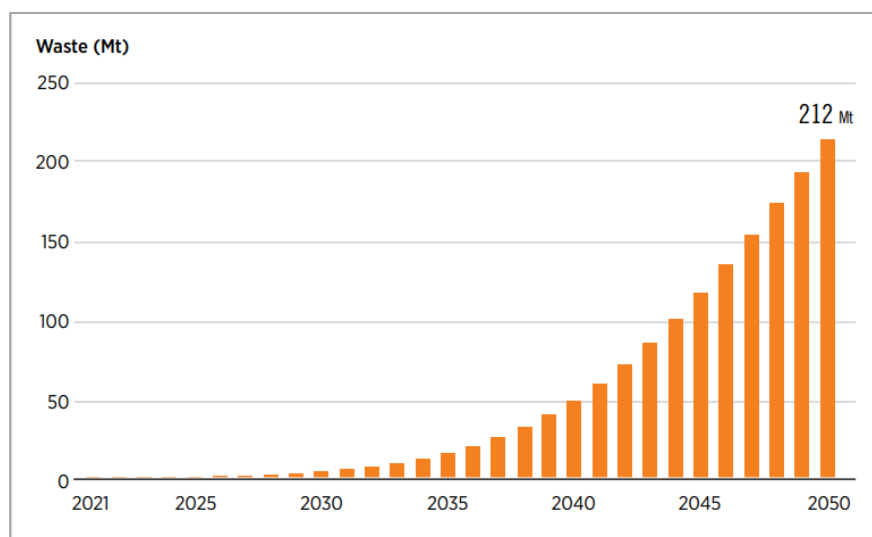


圖 8 IRENA 預估廢棄太陽能板累積量

資料來源：IRENA (2022), World energy transitions outlook 2022, p326.

³ 本節內容整理自 SunCrafter 現場簡報，及其官方網站：<https://www.suncrafter.de/>。

SunCrafter 在簡報中指出了太陽能板在二次使用上的挑戰與機會，彙整如表 4：

表 4 太陽能板二次使用的挑戰與機會

| 挑戰 | 機會 |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● 經濟效益面難具競爭力(因新太陽能模組價格逐步降低) ● 缺乏監管機制 ● 循環經濟的商業模式複雜度高，且易受不斷變化的市場環境與法規影響 | <ul style="list-style-type: none"> ● 新法規已逐步將更多太陽能模組納入範疇 ● 歐盟WEEE指令對二次使用的準備作業已有方向性規範 ● 二次使用模組的產品標準已在建立中 ● 未來可能有相關補貼措施 ● 歐盟資助的SolMate計畫，將專注於二次使用的太陽能模組與電池的相關技術 |

資料來源：SunCrafter 現場簡報。本報告自行整理。

SunCrafter 的產品應用如表 5：

表 5 SunCrafter 相關產品

| 名稱 | 簡介 |
|---|---|
| <p style="text-align: center;"><u>SolarDock</u></p>  | <p>提供電動滑板、電動腳踏車等充電的太陽能充電設備。</p> <p>設備規格：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● PV: 250Wp - 350Wp ● Output voltage: <60VDC ● Battery: 1.2kWh ● Charging: Cable/wireless ● Charging Points: up to 3 |
| <p style="text-align: center;"><u>SolarX</u></p>  | <p>提供電動滑板、電動腳踏車等充電的區域型太陽能充電設備。</p> <p>設備規格：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● PV: 400Wp/800Wp/1,6kWh ● Output (V): <60VDC ● Battery: 1.2/2.4kWh ● Charging: Cable/wireless ● Charging Ports: 4 per 400 Wp |
| <p style="text-align: center;"><u>SolarHub</u></p>  | <p>提供手機、筆電、相機等手持式裝置的太陽能充電設備。</p> <p>設備規格：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● PV:>200-300W, ● Output Voltage: 12VDC ● Battery capacity: 600Wh ● Charging via: USB & wireless ● Charging points: up to 15 |

資料來源：SunCrafter 現場簡報，及其官方網站：<https://www.suncrafter.de/>。本報告自行整理。

二、Urban Tech Republic⁴

Urban Tech Republic，占地 202 公頃，由泰格爾機場舊址改建，為德國的創新研發及工業園區，如圖 9 及圖 10，內有多家新創企業及工業公司進駐，目標係打造綠色且宜居的未來城市。

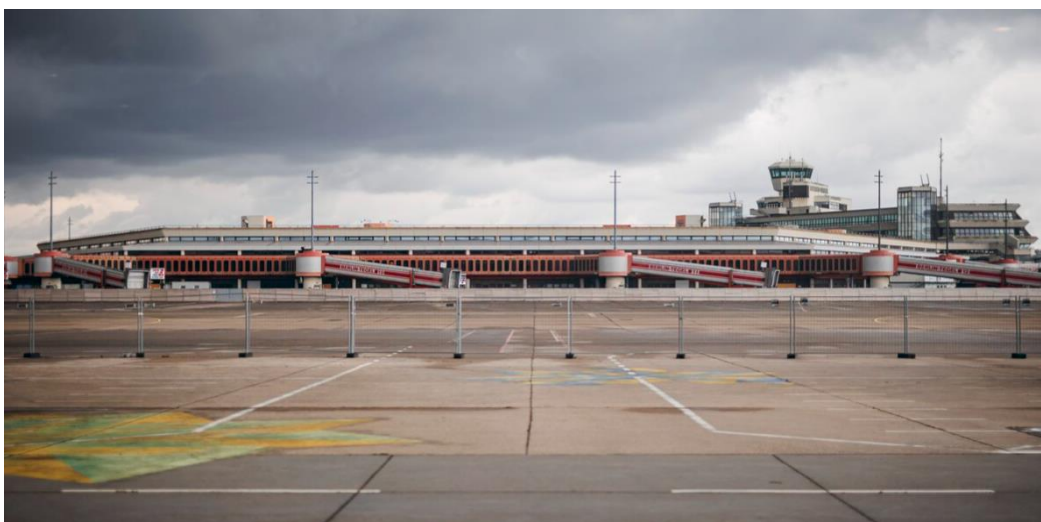


圖 9 Urban Tech Republic 場址

圖片來源：Photohek/Felix Zahn



圖 10 Urban Tech Republic 場址

圖片來源：Photohek/Felix Zahn

本次在園區內參訪的企業包括 Stoff2、HH2E 及 Heat Storage Berlin 等

⁴ 本節內容整理自 Urban Tech Republic 官方網站：<https://urbantechrepublic.de/en/>。

三家。

(一)Stoff₂⁵

1.公司簡介

Stoff₂ 致力實現 100%再生能源，透過創新技術來克服再生能源的波動性與間歇性，其透過綠氫製造並結合儲能系統，提供安全且潔淨的能源，其氢能技術發展規劃如圖 11，預計 2024 年完成製氫設備原型開發，2027 年後量產。

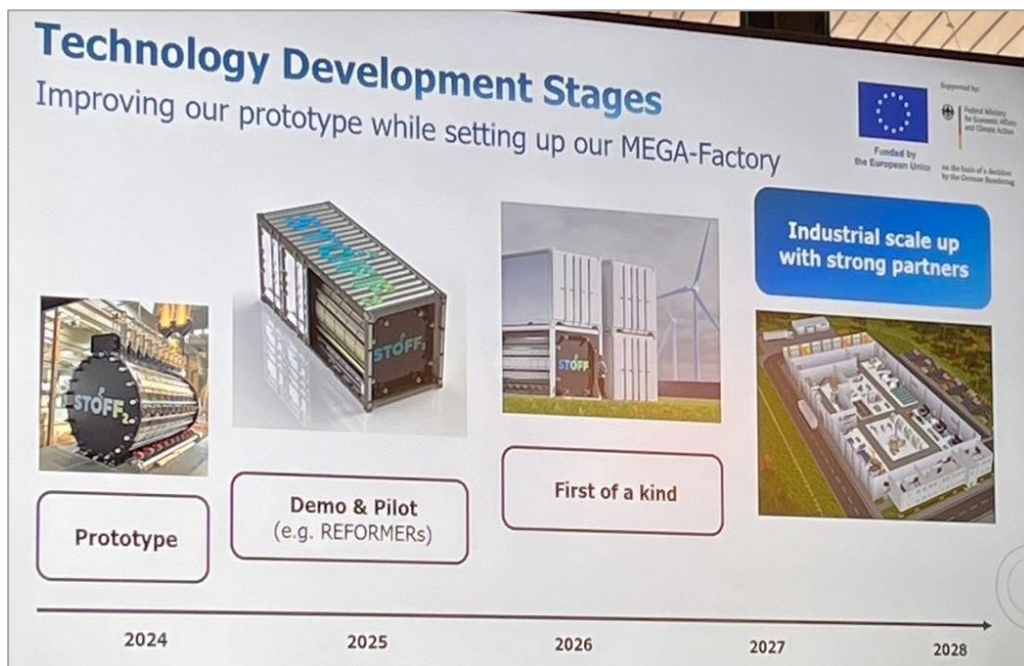


圖 11 Stoff₂ 氢能技術發展規劃

資料來源：Stoff₂ 現場簡報。

傳統電解槽無法儲存其電解後生產的氫，Stoff₂ 的 ZZE(Zink Zwischenschritt Electrolyzer)則整合儲存功能，為創新的電解及電池整合技術，其設備不使用白金、鈷、鋰等稀有金屬，而是使用可廣泛取得且生產便宜的鋅做為原料。

⁵ 本節內容整理自 Stoff₂ 現場簡報，及其官方網站：<https://stoff2.com/>。

2.能源轉型業務

Stoff₂的 ZZE 設備利用鋅轉換太陽光電及風能製氫，並選擇在市場能源充足時運行，以降低製氫成本，其生產氫能將再做為電力及供暖使用。



圖 12 Stoff₂ ZZE 系統運作方式

資料來源：Stoff₂ 現場簡報。



圖 13 設備內部儲電及放電之流程圖

資料來源：Stoff₂ 官網：<https://stoff2.com/>。

Stoff2 並介紹其首個測試場域，位於荷蘭阿爾克馬爾，該場域係由歐盟 Horizon Europe program 資助的 PEFORMERS 研究計畫，經費總計 2,250 萬歐元，自 2023 年 11 月開始，為期五年，並與來自 10 個國家共 28 個合作夥伴共同合作，目標在建立「Renewable Energy Valleys」(REVs)，為當地 3000 個家庭及 300 家企業提供 100% 的再生能源，未來將擴及歐洲 6 個國家。

阿爾克馬爾地區擁有太陽光電、風電及生質能等資源，但卻常遇到電網壅塞問題。Stoff2 負責在該地區導入 2 MWh 的 ZZE 製氫，預計 2025 年底啟用，將提供當地工業及運具之氫能使用，如圖 14 說明。



圖 14 Stoff₂ 位於荷蘭的專案計畫

資料來源：Stoff₂ 現場簡報。

Stoff2 亦說明德國氫能目標，如圖 15。目前德國氫能裝置容量為 0.5 GW，預計 2030 年達到 10 GW，2050 年成長至 80 GW，德國認為氫能將使太陽光電及風電的加速擴張變得更加可行。

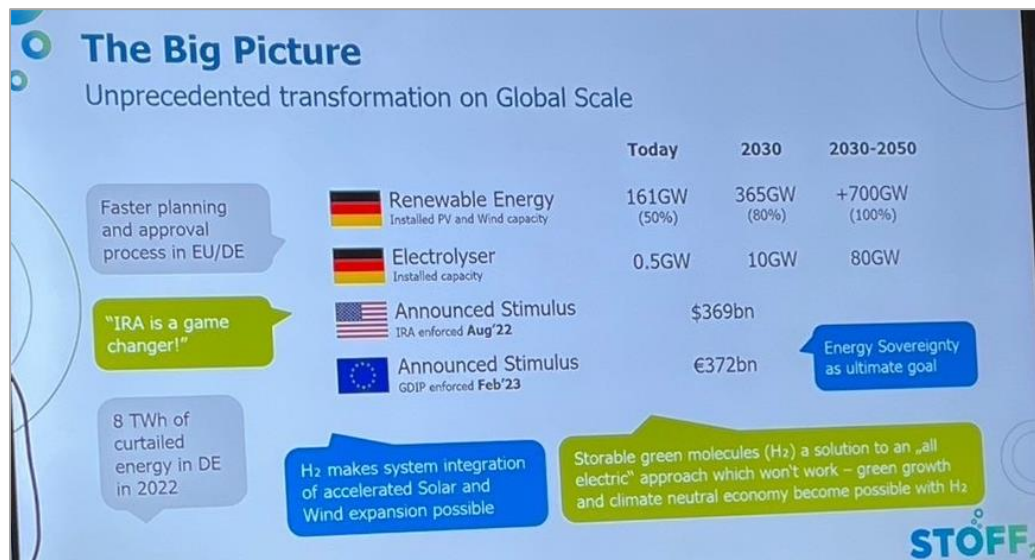


圖 15 德國氫能目標

資料來源：Stoff2 現場簡報。

德國目前氫能應用於電網運作彈性、運具及工業等三領域，如圖 16。電力部分的氫能應用，主要在降低電網限制，供應作法預計使用既有的天然氣管線，並以能源價格作為市場誘因。



圖 16 德國氫能應用領域

資料來源：Stoff2 現場簡報。

在這次柏林能源轉型會議中，Stoff₂ 也舉辦了一場發表會，展示其整合儲存功能的新型電解槽，與會 120 多名專家亦表示高度興趣。



圖 17 Stoff₂ 講者

圖片來源：Photohek/Felix Zahn。

(二)HH2E⁶

1.公司簡介

HH2E 是德國一家新創綠能公司，以鋅電解槽 (zinc-based electrolyser) 為其主要技術，將太陽能或風力轉換為具成本優勢的無碳電力、綠氫及蒸汽，目標 2025 年在德國北部及東部建置至少 10 個案場，規劃由既有電廠及工業園區改建，各案場投資金額預計 1~5 億歐元，總融資需求約 30 億歐元。



圖 18 HH2E 講者

圖片來源：自行拍攝。

2.能源轉型業務

HH2E-Werk 為 HH2E 的案場營運模式，係將傳統的化石燃料電廠改建為新一代零排放電廠，其由高溫儲存設備、鋅電解槽及發電設備三個主要單元組成。其中儲存設備可將太陽能及風力以熱能型式儲存，鋅電解槽則較其他電解槽更具成本效率，甚至能在無能源輸入下製氫，至發電設備則由氫渦輪機或燃料電池組成。經由上述三個組成單元，

⁶ 本節內容整理自 HH2E 現場簡報，及其官方網站：<https://www.hh2e.de/en/>。

將再生能源電力轉換後，提供持續可靠的能源供民生、工業及加氫站等使用，如圖 19。

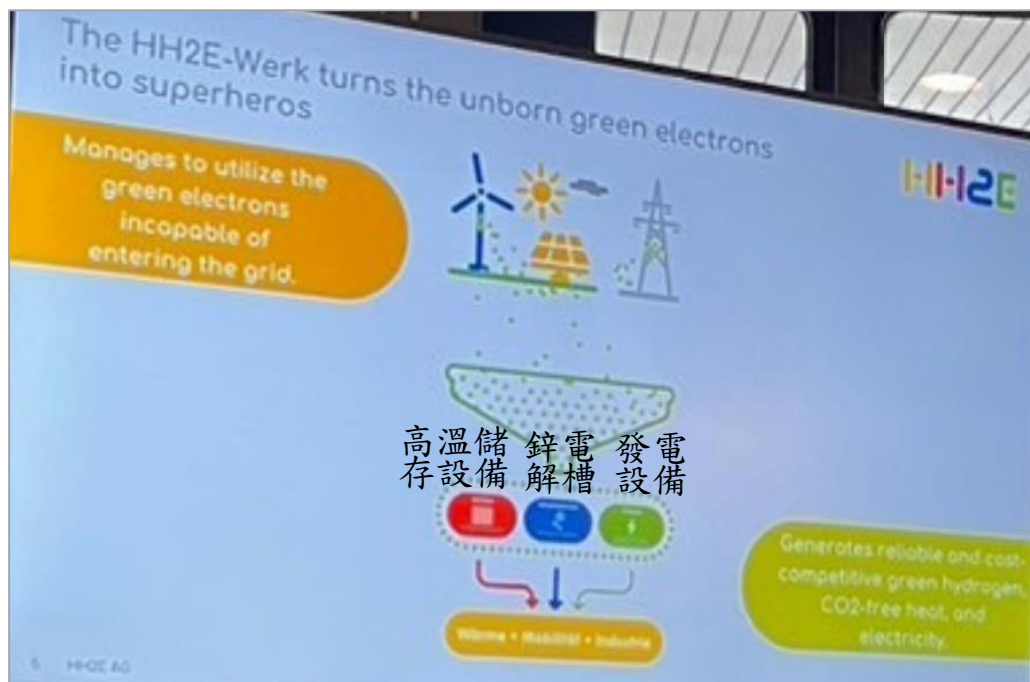


圖 19 HH2E 案場營運模式

資料來源：HH2E 現場簡報。

HH2E 位於盧布明的案場將是大型綠氫計畫的領導案例之一，將建於擁有豐富離岸風電的波羅的海附近，如圖 20，其在一座廢棄的核電廠廠址上開發，且靠近已停用的 NS1 及 NS2 天然氣管線登陸點，後續將改造相關輸送管道供氫能使用，未來預計可提供合理的氫能價格予用戶。HH2E 規劃 2025 年中完工裝置容量 100 MW，預計每年生產綠氫 6,000 噸；至 2030 年則將建置超過 1 GW 的裝置容量，預計每年約生產綠氫 60,000 噸。

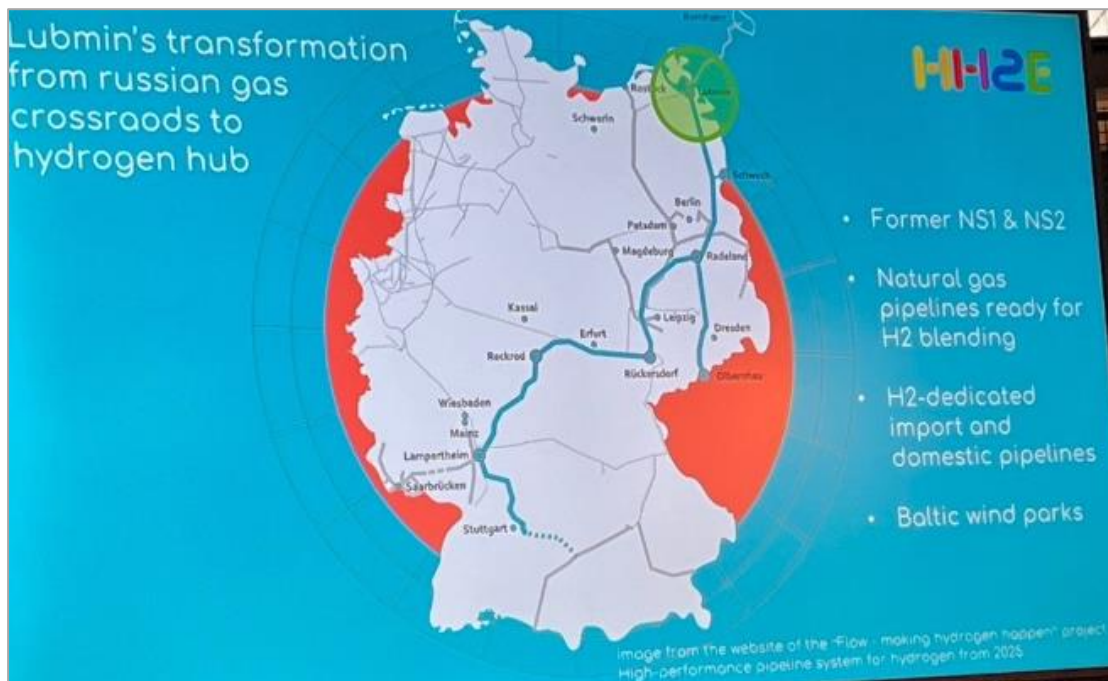


圖 20 HH2E 規劃於盧布明建置案場

資料來源：HH2E 現場簡報。

HH2E 亦承諾至 2030 年將於德國建置 4 GW 的裝置容量，並成為歐洲最大綠氫製造商之一，其各案場區位規劃如圖 21。

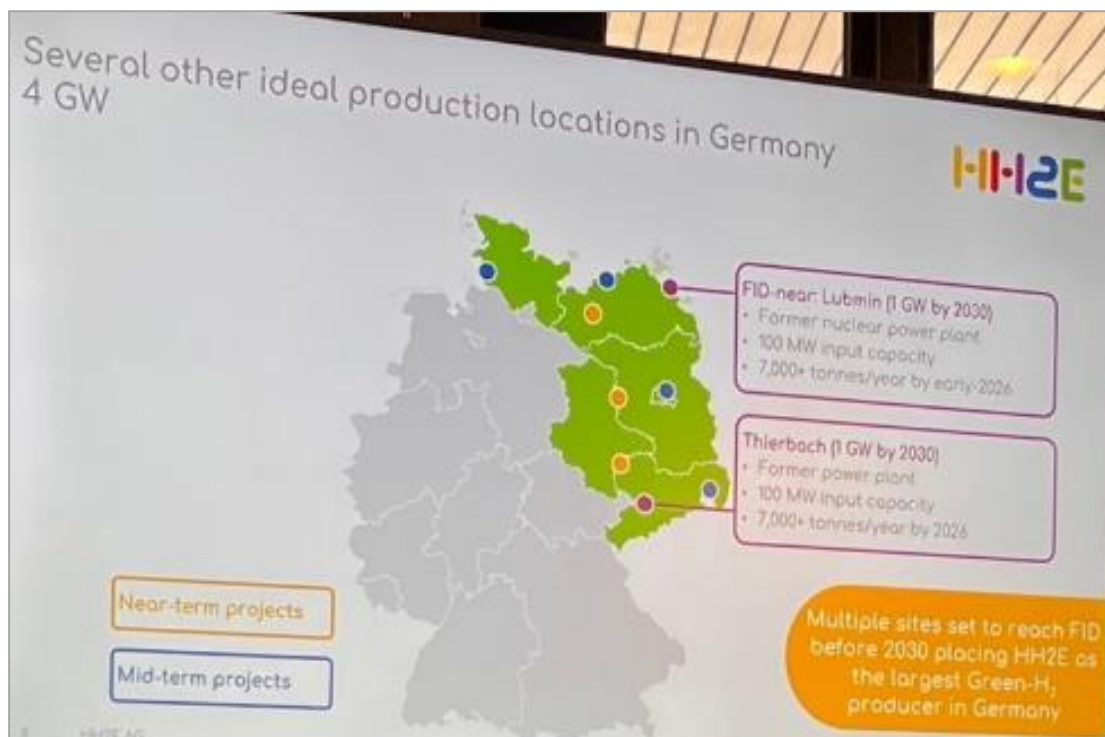


圖 21 HH2E 案場的區位規劃

資料來源：HH2E 現場簡報。

(三) HSB⁷

1.公司簡介

供暖設備的轉型亦是應對氣候危機的一環，Heat Storage Berlin(簡稱 HSB)即在開發及建置相關儲熱系統，其將再生能源過剩電力以高溫型式儲存，當用戶有需求時，再以蒸汽或熱水型式提供，讓用戶得掌控熱能使用時機，並平滑尖峰用電曲線，避免棄風棄光。

2.能源轉型業務

圖 22 為儲熱系統建造階段施工畫面，其執行長表示這是一個非常簡單的設備，材料也很簡單且不易破損，製造過程無使用化學製程及產生廢棄物，預計可使用 40 年，甚至更長的時間。



圖 22 HSB 儲熱系統建造階段

資料來源：HSB 現場簡報。

圖 23 為完工後的儲熱系統原型，容量約 100 kWh，目前尚在開

⁷ 本節內容整理自 HSB 現場簡報，及其簡介網站：
<https://www.amflughafen1.de/en/community/heat-storage-berlin>。

發階段，主要提供園區內披薩加熱使用，未來將為啤酒、造紙、食品及紡織等依賴高溫的行業製造更大的儲熱設備。



圖 23 HSB 儲熱系統原型

圖片來源：Photohek/Felix Zahn。

圖 24 為 HSB 規劃的大型儲熱系統示意圖，容量預計達 100 MWh。



圖 24 HSB 儲熱系統

資料來源：HSB 現場簡報。

三、Euref-Campus⁸

(一) Dena

Dena 是德國能源總署，成立於 2000 年，著重發展能源轉型和氣候保護。Dena 與國家和國際層面各部門的利害關係人合作，包括 EUREF-Campus 及其成員，是本次論壇的主辦方，在 Euref-Campus 內設有辦公室，當日導覽包含 Dena 及園區簡介。

Dena 主要職責如下：

1. 提供策略及建議：由於能源轉型面臨重大挑戰，既定的商業模式和產業正在經歷根本性的變革，需藉由監管框架創造創新空間。Dena 提供公部門和私部門企業在區域、國家和國際層面制定和實施策略的建議。
2. 研究及分析：Dena 從事基礎研究並調查戰略和未來情勢。藉由自身研究，及專家和利害關係人的對話中汲取想法，應用於新專案。
3. 專案開發及管理：園區進行的專案可作為市場發展範例，其具體展示如何實踐能源轉型和氣候保護。Dena 專注於高品質與長遠的解決方案。
4. 市場發展：探索對能源轉型和氣候保護最有利的技術，並研析如何為新技術開放市場，在實踐技術的過程中建立和維護標準，創造透明的發展框架。
5. 社會網絡：舉辦政治、工業和社會等面向的論壇，包含從大會、專家研討會到歐盟、聯邦和地區的專家會議，再到州級別的政治討論，已建立逐步擴大的跨部門網絡。
6. 溝通：溝通也是能源轉型和氣候保護的挑戰之一，Dena 發起並支持運動、比賽和活動，讓訊息觸及目標群體。

⁸ 本節內容整理自 EUREF CAMPUS TOUR 現場簡報，及其官方網站：
https://euref.de/en/euref-campus_en/。

(二) EUREF-Campus 園區

自 2008 年收購該土地以來，EUREF AG 致力於將「Gasometer」（儲氣槽）周圍的區域開發成能源轉型的創新實驗園區，結合商業和科學，每天都在進行各類研究項目，包含氣候中和、能源供應、智慧能源網、節能建築、及未來交通測試平台等，以研究實驗結果持續向大眾證明能源轉型不僅可行且經濟上可承擔。另外，也將透過舉辦環境保護和永續發展相關活動、校園導覽、公司參觀，以及 EUREF Energiewerkstatt 等，進一步擴大園區功能。



圖 25 EUREF CAMPUS 及儲氣槽

圖片來源：Photohek。

EUREF-Campus 採取以下措施，在 2014 年實現德國聯邦政府設定的 2045 年二氧化碳氣候目標，目前園區內用電已可自給自足：

1. 減排作為：新建設及供電技術持續測試及更新。
2. 綠建築：園區內僅興建符合高效能法規及認證之綠建築，盡量避免

「土壤密封」，並且收集雨水以保留資源。

3. 選址：選擇大眾運輸方便地點，員工及參訪者均可搭乘大眾運輸抵達，並於園區設立便捷設施，優先為騎乘自行車的人提供服務。
4. 智慧移動裝置：EUREF 園區致力為用戶提供智慧移動裝置的生活概念。
5. 人才培育：EUREF-Campus 與大學院校合作，旨在提供能源轉型領域的持續教育模組、碩士學位課程及相關資格證書。在商業和科學之間創造共生關係，並為合作夥伴提供人才。
6. 生態示範設施管理：如確保與廢棄物處理服務商合作的先進回收概念符合最高標準。
7. 在地能源使用：生質甲烷熱電聯產廠滿足園區 100%的熱能需求，一年發電 2 GWh。
8. EUREF 建立社群：提倡園區內各公司間相互交流，並確保不同公司間之共生。

(三) 參訪點 A-Schneider Electric⁹

作為活躍於全球能源管理和自動化領域的專家，施耐德電氣在 100 多個國家/地區設有分支機構，提供能源及基礎設施、工業流程、機械和工業設備、商業和住宅自動化、資料中心、資料網絡和智慧軟體串聯的綜合解決方案，以及塑造產業、改變城市和豐富生活的互聯技術。

⁹ 本節內容整理自 EUREF CAMPUS TOUR 現場簡報，及其官方網站：
<https://www.se.com/ww/en/work/campaign/life-is-on/case-study/euref.jsp>。



圖 26 Schneider Electric

圖片來源：Photohek。

(四) 參訪點 B- GASAG Solution Plus

隸屬 GASAG 集團子公司，是一家全國性的能源服務公司，在德國內提供高效且安全的熱能、電力和其他能源供應方案。服務範圍包括規劃、創建、融資和運營能源生產系統，及有效地以熱、蒸汽、電力、冷卻或其他的形式生產和傳送。該公司開發出高效率且氣候友善的能源概念，並將安全供應、高效率 and 永續減碳相互結合。

(五) 參訪點 C-Inno2grid¹⁰

Inno2grid 透過開發新的商業模式、平台和數位服務，積極塑造一個未來的互聯環境。我們可以從參訪中看到 inno2grid 秉持以客戶為中心的思維，及透過跨團隊合作的專業，協助合作夥伴公司開發正確的解決方

¹⁰ 本節內容整理自 EUREF CAMPUS TOUR 現場簡報，及其官方網站：
<https://www.inno2grid.com/en/reference-details/zeemobase.html>

案並將其整合到客戶的業務中，完成能源和交通轉型。

(六) 企業 A、B、C 之合作 - zeeMobase、Energiewerkstatt

當天的導覽展示園區三間公司之間如何互相合作，嘗試創造一個未來能源互聯、高效率使用能源的社區。

1. zeeMobase(零排放能源及移動性控制中心)：於 2016 年 7 月 6 日正式開通，由 Schneider Electric 主導，inno2grid 等公司共同開發、測試，是德國第一個微型智慧電網控制中心，透過 10,000 個數據點控制這些電流，從供電端到需求端，以數據化的方式完整呈現園區的用電情況，適時進行調配，打造智慧城市的概念，展示如何將電池、電動車、自動化和高效建築用於智慧負載管理，從而更善用再生能源。園區人員將天氣預報、能源市場、Energiewerkstatt 和建築物的能源使用數據傳輸至中心，透過人工智慧進行調控，極大化能源使用。zeeMobase 中心空間用來當展示區，透過點選電子觸控板，能源和移動的智慧網路清楚明瞭地展現在我們眼前，讓我們可以想像未來城市的電流傳輸路線。zeeMobase 外則是太陽能車庫，此區電力皆由再生能源產製，可為電動車隊提供高效且完全在地生產的綠色燃料。目前，EUREF-Campus 一年產生的綠能可為柏林市供電 1 小時。



圖 27 zeeMobase 門口空拍畫面

圖片來源：取自 Inno2grid 官網：<https://inno2grid.com/en/reference->



[details/zeemobase.html](https://inno2grid.com/en/reference-details/zeemobase.html)。

圖 28 zeemobase 內部空間

圖片來源：自行拍攝。



圖 29 zeeMobase 門口

圖片來源：自行拍攝。

2. EUREF Energiewerkstatt：由 GASAG Solution Plus GmbH 設計及營運，為園區的能源中心。整個園區需要超過 6,000 MWh 的熱能、約 2,600 MWh 的冷能及 2,600 MWh 的電能。為滿足這些需求且確保園區達淨零目標，GASAG Solution Plus 使用以下方式產能：

- (1) 燃料來源：59%生質能、34%天然氣及 7%再生能源。
- (2) 運用德國第一座，也是唯一一座「電轉熱」、「電轉冷」汽電共生機組，燃燒生物甲烷產出 3,135 MWh 的熱(滿足園區 52%的需求，相當於 630 戶家庭用電)進入熱能系統，以及 2,387 MWh 的電進入電網。產生之廢熱可用於加熱水，90 度的水經由長達 2.5 公里的地下供熱管道泵送到建築物內，為 EUREF-Campus 辦公室提供暖氣。另有兩個較小的汽電共生機組，為能源中心和 zeeMobase 提供電力。寒冬如需額外熱能，則有兩台低溫瓦斯鍋爐供應 40%

熱能，以滿足寒冬高峰負荷，夏日亦可提供冷能予辦公室。

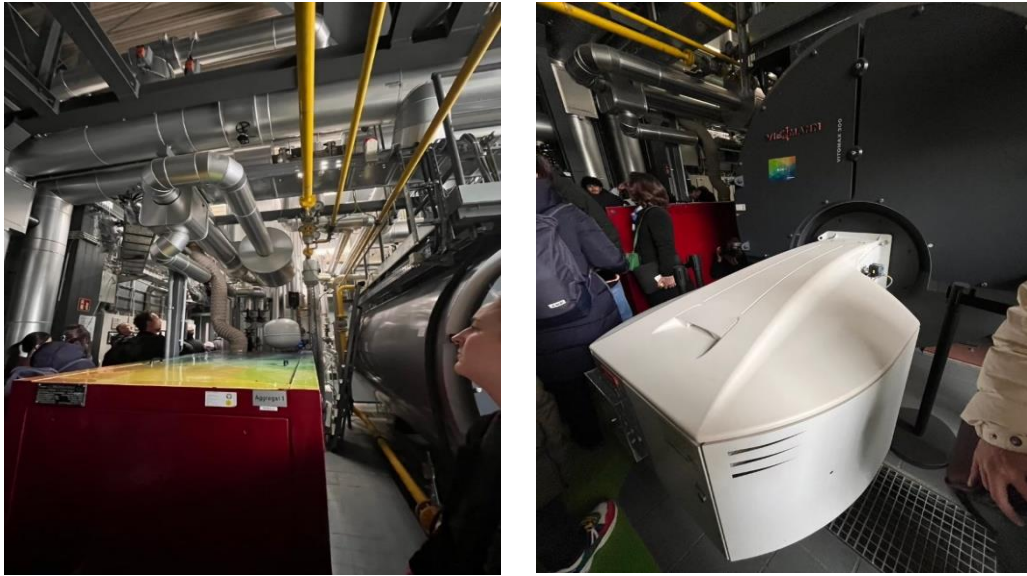


圖 30 Energiewerkstatt 內部機組

圖片來源：自行拍攝。

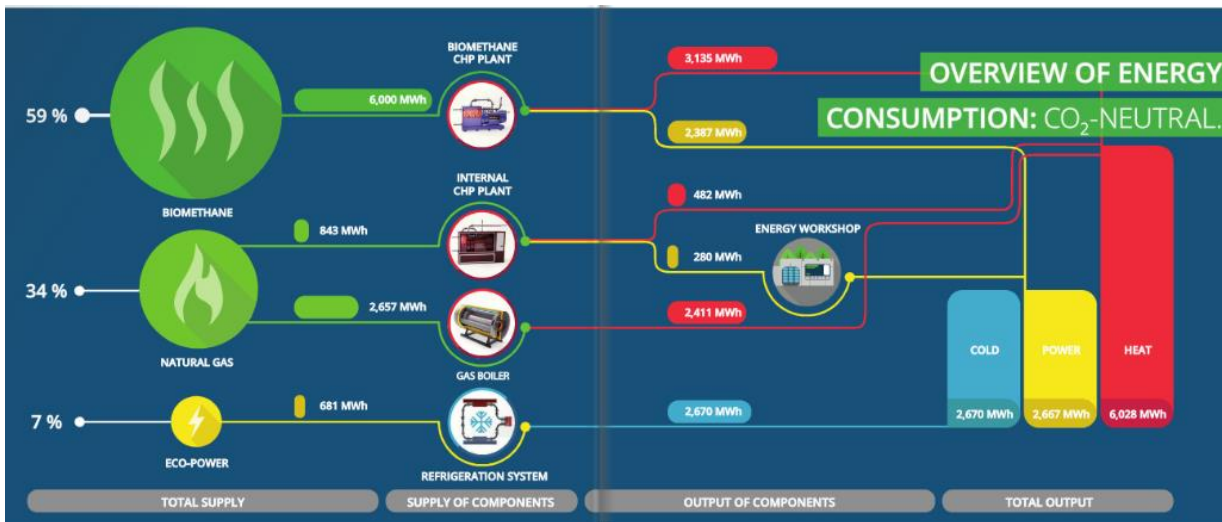


圖 31 EUREF Energiewerkstatt 機組運轉模式

圖片來源：取自 GASAG Solution Plus GmbH 官網：https://www.energiewende-erleben.de/ebook_en/#p=1。

此外園區也探討如何讓電動運具成為能量轉換的一部分，據導覽員表示有兩種做法：一種是藉由電動車本身的電池進行智慧充放電；另一種是當它從汽車中汰換下來後，建成儲能設備，藉此平衡電壓之經常性的起伏，逐漸取代以往只能靠傳統發電機穩定電

壓的模式，成為未來穩定整體電網的工具，提供安全的能源供應。

AUDI AG 利用第二種模式在 Energiewerkstatt 旁設立廢棄電池再利用中心，將 20 個來自汽車製造商測試車輛的廢棄鋰電池連接組成大型電池，約能將 1.9 MWh 的電能併入電網，以智慧方式將電動車與再生能源連接，讓移動裝置得以使用不穩定的太陽能或風力穩定地充電，還能協助電網應對短期的電力波動，維持園區電



網穩定。

圖 32 AUDI AG 廢電池再利用中心

圖片來源：取自 AUDI AG 官網：<https://audiclubna.org/audi-opens-battery-storage-unit-on-berlin-euref-campus/>。

(七) 參訪點 D - Green Garage Hydrogen Coordination Office¹¹



圖 33 氫能協調辦公室

圖片來源：Photohek。

德國聯邦內閣於 2020 年 6 月 10 日批准的《德國國家氫能戰略》（Nationale Wasserstoff Strategie - NWS）中規定設立氫能協調辦公室，用以支持德國國家氫能戰略的實施和進一步發展。氫能協調辦公室功能包含：

- 支援德國政府部門施行國家氫能戰略。
- 提供德國國家氫能委員會戰略執行建議。
- 監督德國國家氫能戰略。

¹¹ 本節內容整理自 EUREF CAMPUS TOUR 現場簡報，及德國聯邦政府官方網站：
<https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Hydrogen/Dossiers/national-hydrogen-strategy.html>

德國藉由建立靈活且產出導向的治理結構，確保持續監測進度並確定潛在的調整需求。以下是機關間合作及監督示意圖：

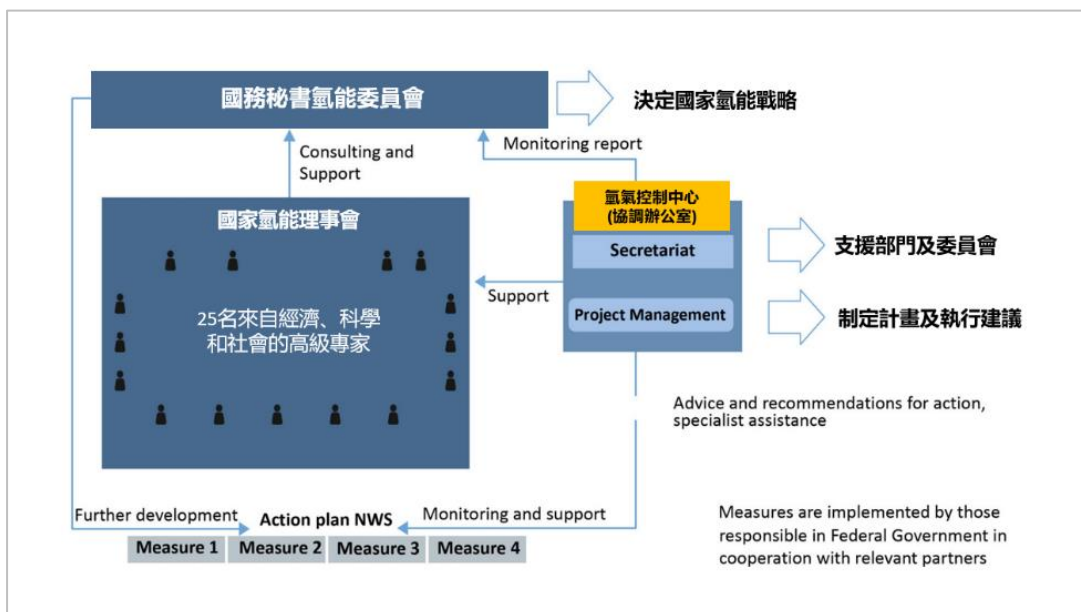


圖 34 機關間合作及監督示意圖

資料來源：修改自現場簡報。

四、小結

主辦方讓與會者自行選擇參訪行程，透過實地走訪瞭解德國當地再生能源與淨零相關技術公司發展現況及政策推行進度，藉此讓與會人員掌握德國市場及相關規劃。

第一天參訪行程在太陽能電動船上聆聽三間公司代表介紹各自再生能源與淨零相關業務，中間穿插介紹柏林城市的歷史。透過這三間公司的介紹及德國城市設計，展現德國在各領域的技術與推動進程。其中一間公司 SunCrafter 致力於開發廢棄太陽能板的二次壽命，運用各種形式的太陽能板，例如玻璃式、軟式、組裝式，讓運用上更加友善；比如佔地不大的太陽能站，為小型交通工具提供停車和充電空間，且這些充電站獨立於電網、無需地基，能夠在城市中靈活安置，是永續且敏捷的基礎設施。有了這些技術與措施，太陽能的發展才不至於對地球帶來過多的負擔，各國也將更有動力發展太陽能，加速能源轉型。

第四天的參訪，我們來到 Urban Tech Republic，這是一個以舊機場空間改建的新創公司辦公區域，裡面設計成未來智慧城市的試驗室，是一個寬敞的開放式空間，讓新創公司能夠在此盡情腦力激盪、互相提供技術合作，研發各種儲存能源的方式。

最後一天的參訪行程，我們自行搭乘德國地鐵至 EUREF-Campus，地鐵出口一出來對面就是園區所在，交通十分便利。此趟參訪包含簡介及廠房參觀的環節，其中 zeeMobase 展示間中央的觸控板最讓人驚豔，透過互動式的面板及動畫，將未來電流的規劃及能源的智慧調控過程具像化，搭配園區設施的展現，腦中便會忍不住開始對於未來的智慧生活模式有想像畫面並且抱有期待。

伍、心得及建議

一、心得

本會議自 2015 年第一次舉辦以來，至今已成為全球重要的能源轉型論壇之一，且配合前一年度舉辦的 COP 會議內容，於論壇中聚焦討論。去(2023)年 COP 28 決議各國在 2030 年前要將再生能源裝置容量成長三倍且能源效率提升兩倍，然而從現況觀察，全球能源轉型腳步似乎不如預期，需要加速推動。德國今年能源轉型論壇之關注重點，即在尋求加速全球與國內能源轉型的做法，並邀集全球合作夥伴與專家參與本次會議、共同討論，與會來賓包美國、非洲、拉丁美洲、南亞等國的能源機構長官、國際組織官員、與國際金融機構及推動能源轉型相關企業的代表等。

從兩天的討論會議中可看出，德國這次係以「氫能發展」為主軸進行多層次的討論。從供應鏈角度而言，德國國內綠氫預估產量無法完全滿足其產業及電力所需量能，需仰賴天然資源豐富國家提供額外的綠氫。然而綠氫這新興的產業涉及供應國當地的產業轉型、經濟發展、建設資金來源與人民面臨的公平公正等議題。從邀請國家及與會來賓發言中可看出，拉丁美洲及非洲國家等是未來德國氫能供應鏈的重要合作夥伴，其中巴西、納米比亞及摩洛哥等國已有與德國合作的氫能計畫，德國亦藉此會議持續增加與鞏固國際合作關係，

在三天參訪的過程中，共計介紹 9 家企業，包括 1 家輸電公司、2 家再生能源公司、2 家氫能設備公司、1 家供暖設備公司、3 家能源服務公司，顯見德國在電源、電網及終端服務部分已有許多企業參與淨零技術的發展，小至 SunCrafter 的小型太陽能系統，大至 50 Hertz Transmission 的輸電系統規劃，也有 Enertrag SE 及 EUREF-Campus 園區內的區域整合服務等。如同會議中對氫能議題的強調，參訪企業簡報中也展示了目前德國氫能技術發展進程與終端應用情境，其中 Enertrag、Stoff₂ 及 HH2E 在德國境內皆設有氫能應用案場，案場內利用再生能源製氫，除供發電外，亦將用於運具燃料及工業製程等領

域。通盤考量再生能源間歇性下，德國認為氫能將使太陽光電及風電的加速擴張變得更加可行，其規劃 2030-2050 年間氫能裝置容量增加 70 GW，並同步增加再生能源裝置容量 700 GW。EUREF-Campus 園區內則具體展示了結合太陽能板的電動車充電站、汽車回收電池建置的儲能中心及燃燒生質甲烷供熱等淨零相關能源供應做法，讓各進駐企業之技術能具體應用於現實生活領域，有助逐步商業化。總結本次行程重點及啟發如下：

(一) 討論會議中，與會來賓最為關心開發中國家淨零建設所需的**融資議題**。

普遍而言，開發中國家不易獲得再生能源、綠氫及電網等基礎建設所需資金，因其信用評等低、匯率風險高及市場上綠氫需求不確定性等因素，導致融資成本與投資風險偏高，資金投入意願低。為提升這些地區的投資吸引力，與會來賓提出許多建議，如藉由相關政策給予融資優惠、集合公共與私有資金以降低單一投資人風險、吸引更多當地資金投入降低匯率風險、以及提供擔保增加國際投資人信心；此外，創造需求即能創造生產，這是吸引投資最良性的作法。許多來賓也認為，從歷史角度而言，已開發國家有義務協助開發中國家發展，並把提供這些國家的融資放在政策首位，同時減少對國內化石燃料補貼，將這些資金移轉至有機會發展再生能源的區域。

(二) 能源轉型對開發中國家是一種**產業轉型與經濟發展契機**，開發中國家

有機會成為全球能源轉型供應鏈的一環，進而提升當地收入與就業。為此，除需要建設資金外，也面臨技術移轉(如綠氫技術)及人才培育等議題，然而對已開發國家而言，技術象徵著國家競爭力，若要將經年累月的技術在國際間移轉，恐需更多的妥協與對話，否則開發中國家難以獨自發展完整的產業生態系。

(三) 在**公正轉型**部分，會中凸顯了**女性議題**，開發中國家的發展往往忽略

女性所扮演的角色，能源轉型或許也是這些國家女性發展的機會，必須提供更多資源協助其受教育與就業，並支持其擔任主管及創業家等

職。此外，非洲地區仍以女性負責烹飪為主，且多以燒柴等傳統方式加熱，影響當地排放與污染，如何克服當地的傳統觀念與行為改變，推廣及導入潔淨烹飪設備，也是與當地女性溝通的重要議題。

(四) 再者是**綠氫議題**，綠氫產業目前處於萌芽階段，相關技術性標準與法令規範仍不明確，無論是需求國或出口國都應參與討論、達成共識，若無明確的國際標準，綠氫將難以在全球市場上被交易，此將降低各國投資意願與抑制發展。此外，部分來賓也指出製氫的水資源議題，許多缺乏水資源的非洲國家要將珍貴的水用於製氫，過程中應避免犧牲當地居民權益，且海水淡化與純水製造將消耗大量電力，這都應該在發展過程中納入考量。

(五) 淨零轉型不單是能源使用型態的改變，從與會來賓的言談中能感受到改變的背後存在著許多**矛盾與衝突**，這或許也是目前全球推動速度不如預期的原因。

1.首先是已開發國家的**競爭力維持**與開發中國家**經濟崛起的衝突**，已開發國家難獨自達成轉型目標，需全球共同努力，且其有義務援助開發中國家，然而開發中國家在能源主導地位的崛起，恐影響未來全球政治局勢，這樣合作與競爭的矛盾情勢，或許是造成淨零技術與資金難以在國際間移轉的原因之一。

2.其次是開發中國家發展與當地人民生福祉間的矛盾，就氢能發展而言，綠氫供應鏈的建置能帶動當地經濟發展與增加就業機會，然而對有極大發展潛力的非洲國家而言，水資源相當稀缺，電解所需的純水生產亦相當耗能，如何在產業發展的同時確保民生用水充足，是必須解決的矛盾與課題。

3.最後是全人類生活習慣上的衝突，在城市發展過程中，我們用鋼筋混凝土與柏油覆蓋了許多自然生態，以耗能的運具取代了步行，為生活帶來更多的舒適與便利，然而種種文明的生活模式與能源使用

方式卻是造成溫室氣體大量排放的主因，或許往回倒退一點，減少能源使用與回歸自然便能找到加速淨零的答案，但顯然在享受文明成果與回歸自然的衝突下，大多數人會選擇前者。地球是全人類所共有，一個地區的排放不只影響當地，更會擴及全球，能源轉型需要更多元的聲音與所有人的參與，唯有全球協作，克服種種矛盾與衝突，才能成功。

二、建議

(一) 本公司在**氫能**部分刻正推動氫能混燒試驗，並規劃再生能源製氫示範計畫，本次參訪的 Stoff2 及 HH2E 兩家企業皆有研發再生能源製氫設備及示範案場規劃，或許其案場規模與本公司目前規劃有所差異，但或可作為未來**設備引進與規劃之參考**。我國目前在氫能策略上有朝工業製程用氫與氫能載具運輸等方向發展，具潛在需求，若未來製氫量能擴大下，本公司所產氫能亦可提供產業所需，創造多元收益來源。此外，會議討論中可看出綠氫被認為是能源轉型的關鍵能源之一，這一新興產業目前也存在許多投資機會與合作機會，德國本身在預估氫能自給不足下，亦正加速與非洲及拉丁美洲等再生能源豐富國家製氫的合作腳步，並盡可能分散供應來源，惟目前國內氫能市場及本公司氫能需求與應用尚未明朗，待未來漸趨成熟後，可評估與其他國際企業合資進行國際綠氫投資事宜，以多元化綠氫供應來源與創造可能的轉投資利潤，建議**現階段可更加關注國際氫能發展情勢，並尋求與相關供應鏈合作機會**。

(二) **財務**是本次會議提不斷提到的重要議題之一，許多開發中國家因自身的政經因素而難以取得資金進行相關投資，至淨零發展不如預期。本公司肩負我國淨零轉型重任，電源及電網皆須配合加大開發與更新量能，建議本公司可預先評估以自有資金與自身籌資能力能否滿足淨零路徑所需資本支出，俾利自財務觀點檢討淨零路徑規劃之可行性。此

外，資本支出大幅增加下，電價若無如實反映，恐衝擊公司內部財務體質，亦應審慎評估。另淨零轉型有賴前瞻能源建設之突破發展，亦須投入大量資金，透過**台電整合相關規劃(如氫能/CCUS/智慧電網/儲能等)**，有利整體資源配置。

- (三) 相對於前項所提到的淨零資金難以取得，與會來賓指出目前全球仍有大量資金對化石燃料進行補貼，許多財務資源都在與轉型對抗，政府政策應將這些資源有效移轉至淨零相關投資上，目前已有許多國家重新檢討對化石燃料的補貼政策。我國 106 年電業法修正後，全面開放綠電市場，並規劃俟相關運作機制成熟後，評估開放火電市場；然目前電業典範已由電業自由化移轉至淨零轉型，為有效推動淨零相關建設，政府宜透過政策引導及鼓勵措施，促進資金投入淨零技術發展，此外，為避免大量資金進入已成熟之傳統火電而產生資金排擠效應，我國是否仍朝開放傳統火電之方向持續推動，值得主管機關審慎評估。
- (四) 在**公正轉型**的部分，本次議題聚焦於女性、非洲等開發中國家的討論，在轉型過程中應關注所有利害關係人的權益。如轉換自公司角度思考，在能源(淨零)轉型過程中，隨火力發電占比逐步降低，政府尤須關注相關產業(例如：**汽電共生、IPP 等**)從業人員可能遭受之衝擊。於台電公司內部，亦將面臨傳統火力發電占比逐步降低，以及氫能、氨能、CCS、智慧電網及儲能等前瞻技術的導入，建議公司應適時評估各職能需求，提前協助現職同仁進行**新興職能培訓與工作轉換輔導**等，除保障員工權益外，亦可確保人才永續，維繫公司永續發展。