

德國能源政策評析報告

闕棟鴻

工業技術研究院 綠能與環境研究所

摘要

德國 GDP 約為我國 5.4 倍，人均 GDP 為我國 1.6 倍，經濟條件與狀況優於我國。德國能源約有 2/3 仰賴進口，初級能源消費於近年達到相對低點，電力消費除 2020 年受到疫情影響大幅下降外，大致維持平穩。受到德國氣候與廢核政策的影響，德國核能與化石能源發電占比已逐年減少，並由再生能源取代，相較於 1990 年再生能源發電占比僅為 6.6%，2021 年德國再生能源發電占比已達 43.7%，正式超越化石能源(燃煤、燃油、燃氣)發電占比 40.7%；然而隨著 2021 年度用電量恢復正常，德國 2021 年再生能源發電占比已微幅下降至 39.7%。日本福島核災後，廢核成為德國能源轉型的主要核心重點，其計畫將於 2022 年前廢除境內所有的核電廠，並停止使用核能，惟受到俄烏戰爭的影響，為確保 2022/2023 年冬季電力供應的安全性與可靠性，目前境內三座核電廠將延長營運至 2023 年 4 月 15 日。

德國的能源政策目標以經濟可負擔、能源供應安全和環境友善為方向，透過有系統的推動再生能源與提升能源效率的方式朝無核的電力供給系統邁進。目前也正著手燃煤退場，與最終核廢料處置場的公正討論。由於 COVID-19 疫情使得國經濟陷入衰退，進而導致能源需求大幅減少，故 2020 年溫室氣體排放下降了 8.9%，使德國總排放量達到 729 百萬噸，相較 1990 年減少了 41.3%，已達成國家原先預定減量 40% 之目標，惟 2021 年受到經濟復甦能源需求飆升的影響，溫室氣體排放再次增加為 762 百萬噸，相較 1990 年減少約 38.7%。

為達成國家減碳目標，德國政府於 2016 年 11 月發佈 2050 氣候行動計畫，並在 2019 年 12 月通過氣候行動法(Federal Climate Change Act)，另外在 2021 年 9 月德國國會大選結束後，社會民主黨(SPD)、

綠黨(GRÜNE)及自由民主黨(FDP)共同組成的聯合政府，為更積極推動溫室氣體減量，則提出了 2030 年廢煤，並期望 2035 年再生能源發電可達 100%之目標。

德國為全球積極推動減碳、廢核、展綠的重要國家，其整體能源轉型政策可做為我國政策擬定之參考，不過由於自然條件、地理位置與經濟環境的差異，我國整體能源配比仍需考量各種能源之優點，朝多元且適當的能源結構發展。

關鍵字：德國、能源轉型、能源政策

ABSTRACT

Germany's economic conditions are superior to Taiwan's, and the total GDP and per capita GDP are about 5.4 times and 1.6 times than Taiwan. Germany relies on imports for two-thirds of energy, and the primary energy consumption has been reaching a low point in 2014 and keep a flat curve. Due to Non-Nuclear energy policy, the proportion of German nuclear power generation decreased year by year and replaced by renewable energy. The proportion of renewable energy power generation in 2020 reached 43.7%, caught up with the proportion of fossil energy power generation 40.7%. However, as electricity consumption returns to normal in 2021, the proportion of renewable energy power generation in Germany in 2021 has dropped slightly to 39.7%. After Japan Fukushima nuclear disaster, non-nuclear became the most important part of German energy transition. All nuclear power plants will be decommissioned until 2022. However, due to the impact of the Russia-Ukraine war, in order to ensure the safety and reliability of power supply in the winter of 2022/2023, the remaining of the three nuclear power plants will be operated until April 15, 2023.

The objectives of Germany's energy policy are focused on affordability, energy security and environmental friendliness through a systematic approach to renewable energy and energy efficiency to move towards a nuclear-free electricity supply system. A draft law for coal-exit and public discussion processes on the issue of final disposal of spent nuclear fuel are both underway. With the current trend of carbon reduction, it is difficult to reach the target of 2020 and subsequent targets. Therefore, the Parliament formally agreed and released 2050 climate action plan in the end of 2016, and passed "Federal Climate Change Act" in November 2019. In addition, after the German parliamentary election in September

2021, the new government has proposed a new target with coal exit in 2030, and expects that renewable energy power generation can reach 100% in 2035.

Germany is an important country with carbon reduction, nuclear phase out and renewable promotion in the world. The case of Germany can be a reference for Taiwan, but the differences should be considered in natural conditions, geographical location and economic environment.

Keywords: Germany, Energy Transition, Energy Policy

一、國土社經基本資料

根據德國聯邦統計局估計，德國領土面積為 357,588 平方公里，約為我國的 9.9 倍。德國是歐盟人口最多的國家，近年因大規模接收入境移民，人口呈現成長趨勢，截至 2021 年底人口已達 8,322 萬人，約為我國同期的 3.6 倍。

德國國內生產毛額(Gross Domestic Product, GDP)持續成長，2021 年 GDP 總額達 35,706 億歐元，相較於 2020 年成長 6.0%，失業率除了 2020 年受到疫情影響增加外，近年大多持續下降，2022 年 5 月的失業率為 4.9%，總就業人數在 2022 年第一季達 4507 萬人，整體薪資亦成長。產業結構以服務業為主，2021 年服務業占 GDP 比例約為 69.7%，工業部門為 29.4%，農業為 0.9%，與我國產業結構相似。[1]

二、國家能源供需歷史趨勢

(一)能源供需歷史趨勢

德國長期以來能源高度仰賴進口，2005 年時德國能源淨進口約占其初級能源消費的比重曾到達 72.82%，2020 年時已降至 63.7%。德國高度依賴進口能源的項目是石油(進口占 98%)、天然氣(進口占 95%)及硬煤(進口占 100%)[2]。

◆ 能源消費分析

德國初級能源消費於 2019 年達到 20 多年來最低，總初級能源消費為 12,779 PJ(petajoule)，主要為「非能源消費」與「能源轉變投入」的消費量減少。

若觀察最終消費部門別，近五年(2015-2019 年)平均已較上個五年(2010-2014 年)減少，整體呈現下降趨勢，2019 年最終能源消費 9,056 PJ，而德國 GDP 自 2009 年一度下跌後，便持續穩定成長，總體經濟與能源消費呈現脫鉤。就個別部門別，2019 年仍以交通運輸部門最終能源消費占比為高(30.6%)，工業次之(28.0%)，而後是住宅(25.3%)、商業(14.8%)。相較於 1996 年(最終能源消費最高峰)，2019 年的最終

能源消費量減少 6.5%，住宅部門的能源消費量減少 16.7%，商業減少 23.2%，工業部門則增加 4.6%，運輸增加 5.5%。

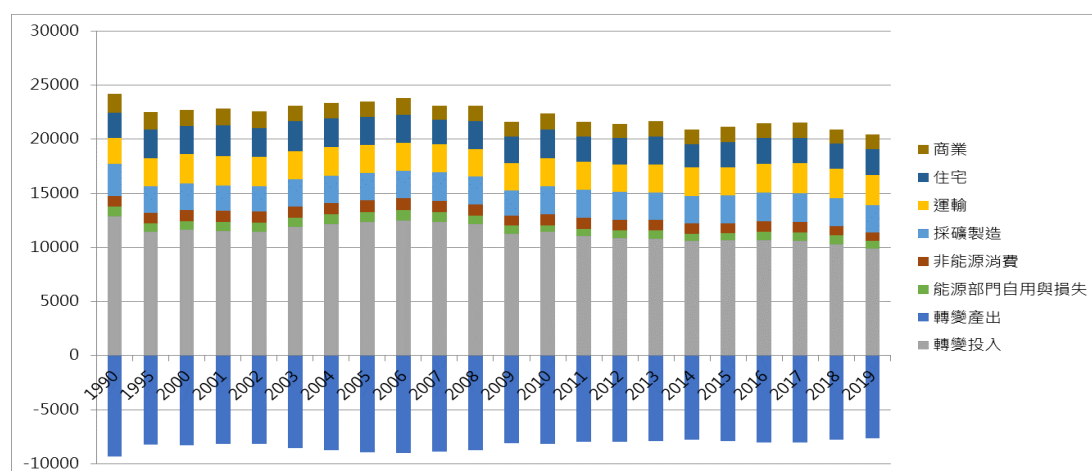


圖 1、德國歷年初級能源消費(按部門別)變化趨勢[2]

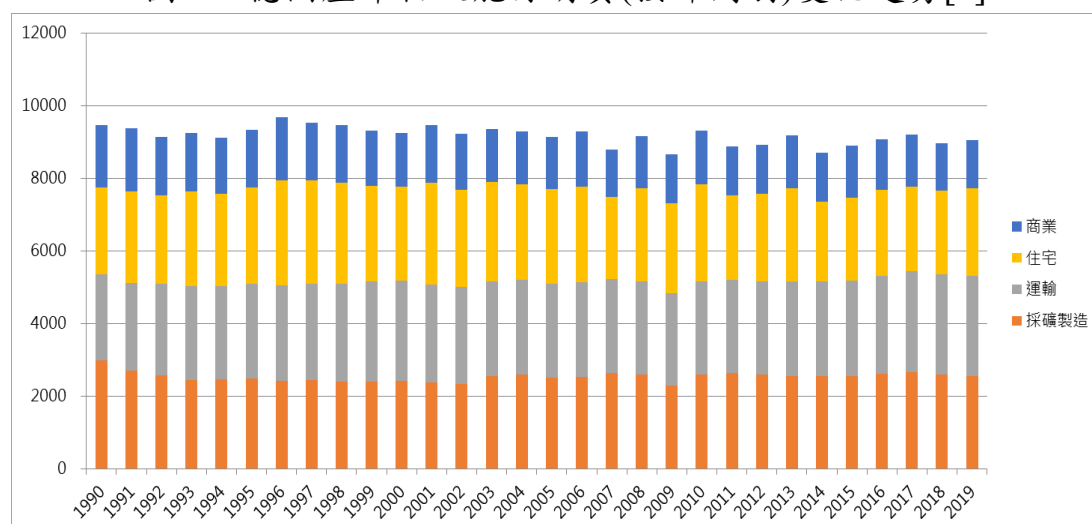


圖 2、德國歷年最終能源消費變化趨勢[2]

按燃料別觀察德國歷年初級能源消費，占比以石油最高(35.3%)、天然氣等氣體次之(25.0%)。與德國能源效率基準年 2008 年相較，成長幅度最大者為再生能源，由 2008 年的 8% 提升到 14.8%，而核能減少 49.5%，硬煤減少 39.2%，如圖 3，符合能源轉型政策方向。

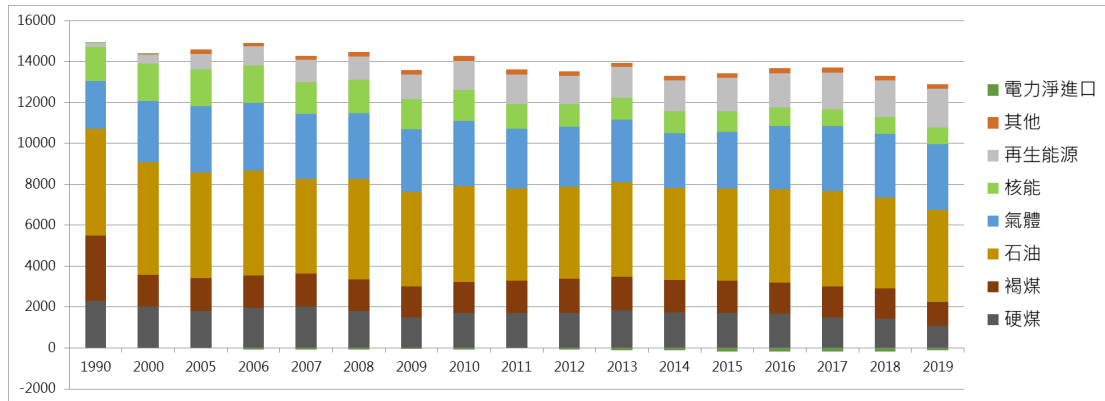


圖 3、德國歷年初級能源消費(按燃料別)變化趨勢[2]

◆ 能源生產分析

2019 年德國國內初級能源生產量為 3,591 PJ，近年呈現穩定減少趨勢，硬煤已完全停企生產，石油的生產量亦降至歷史新低，褐煤則亦有降幅。若與 1990 年相較，總初級能源生產減少 42.3%，硬煤便減少 100%，褐煤減少 62%，顯見優先減少國內硬煤生產，硬煤之淨進口量也自 2016 年後逐年減少。國內氣體生產相對 1990 年減少 64.9%，但淨進口量逐年增加，2018 年以臻最高峰。再生能源則增長近 10 倍，占國內初級能源生產量的比重也自 1990 年的 3.2% 提高到 2019 年 53.0%，2015 年便已超過褐煤，成為德國最主要的自產能源。

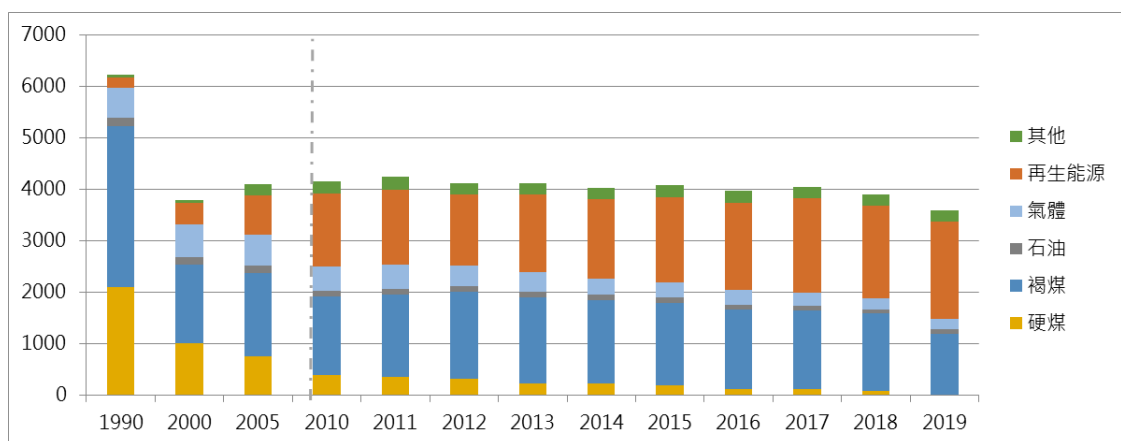


圖 4、德國歷年初級能源生產變化趨勢[2]

(二) 電力供需歷史趨勢

◆ 發電來源分析

2022年5月德國總電力裝置容量225.8GW，分析各項發電來源，相較於2020年，核能、燃氣、水力、生質能、離岸風力裝置容量均持平；褐煤、硬煤、燃油則微幅減少，成長的類別為陸域風力與太陽光電，如圖5、圖6。2022年德國陸域風力裝置量達56.7GW，離岸風力7.8GW，太陽光電裝置量達60.6GW，當年度占比分別為25.1%、3.4%與26.8%。德國裝置量中有17.7%來自於燃煤，14.0%來自於燃氣，而核能降為3.6%。各項再生能源裝置量占比總計於2022年已達61.5%，自2015年已超過德國一半的電力裝置量[2]。此外，與福島核災前的2010年相比，核電裝置容量已減少12.3GW，煤炭火力電廠裝置容量亦減少9.9GW。

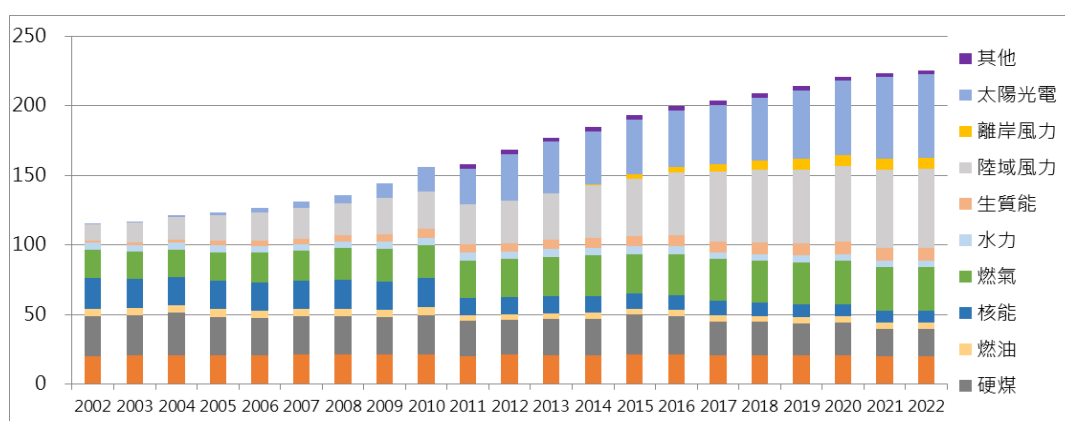


圖5、德國歷年電力裝置容量變化趨勢[2]

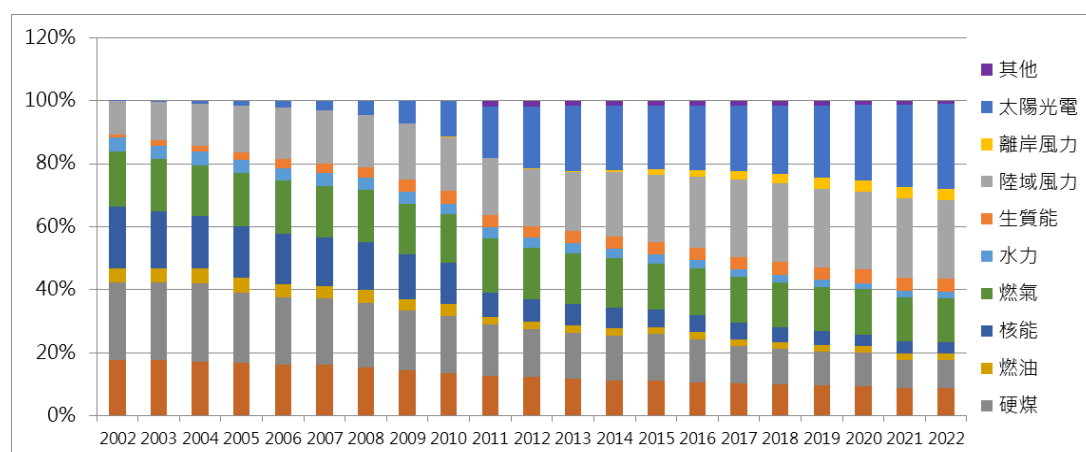


圖6、德國歷年電力裝置容量占比變化趨勢[2]

◆ 電力消費分析

2020 年德國總電力消費量達 567.4 TWh (十億度)，為近 10 年 (2011~2020 年)最低值，逐步邁向電力零成長。德國電力需求尖峰為冬季傍晚，2018 年最高峰為 2 月 28 日傍晚 7:00，但此時亦是風力發電最豐沛季節，因此可有效提供電力需求[3]。

觀測各式發電來源，可明顯看出近年再生能源明顯增加，硬煤火力發電與核電下降最多，如圖 7、圖 8。與福島核災前的 2010 年度相較，以核電減量最多，達 76.3TWh，硬煤火力減量 74.5 TWh，再生能源發電量增加 149.2TWh，相當於核能與煤碳的發電減少量。

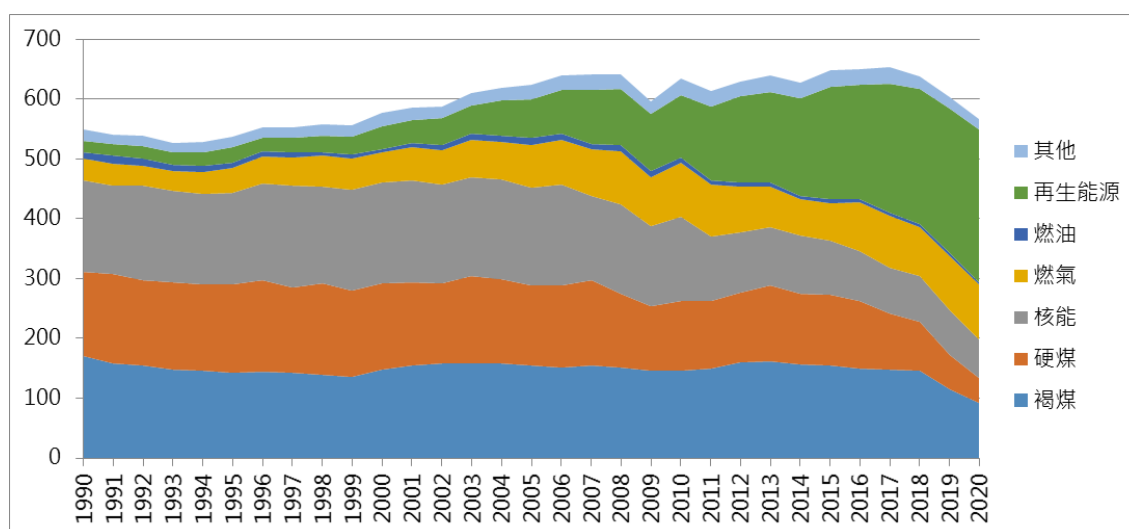


圖 7、德國歷年電力發電量變化趨勢-累計[2]

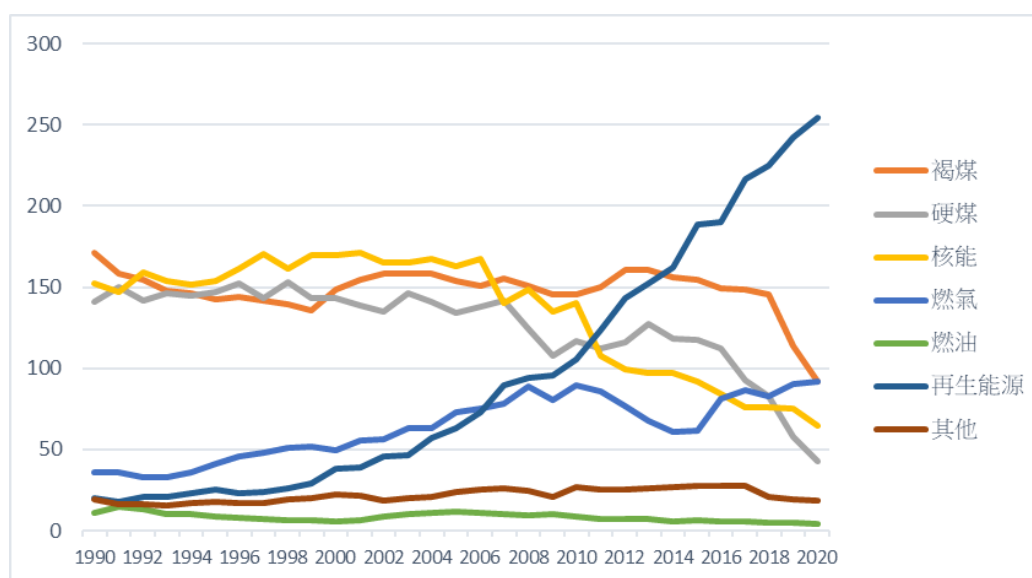


圖 8、德國歷年電力發電量變化趨勢-按發電方式[2]

整體再生能源發電占比自 2011 年已超過核電，2019 年已達 44.9%，成為最大宗的發電形式。除水力之外，各類再生能源發電均達到歷史最高值，目前仍以陸域風力占比最高(18.3%)，次之為太陽光電(8.9%)與生質能(7.9%，含家庭廢棄物發電)。其中，陸域風力占比自 2017 年起超越核電。

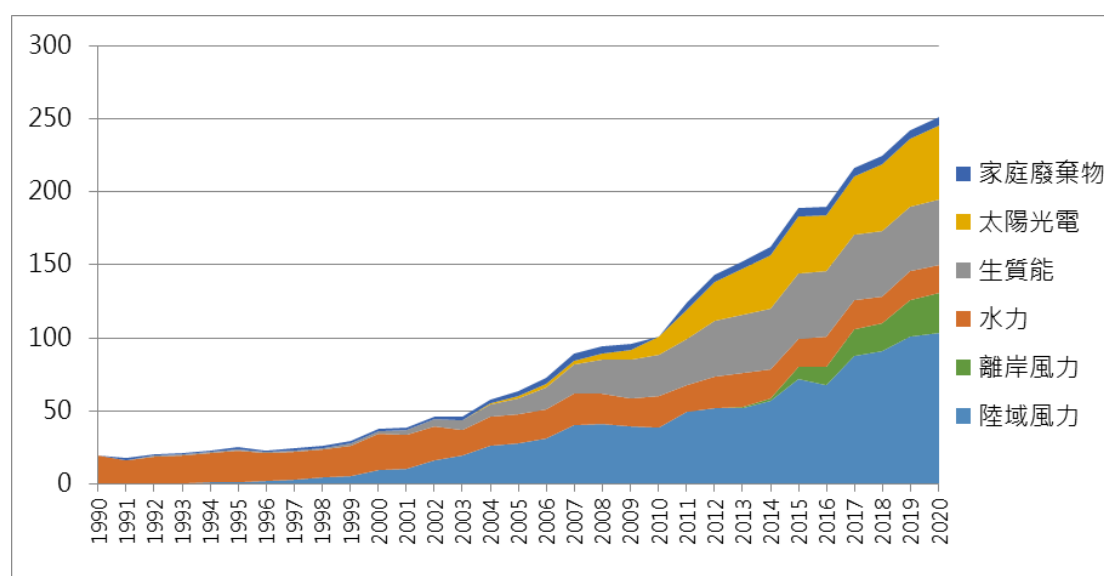


圖 9、德國歷年再生能源發電量變化趨勢[2]

◆ 電力進出口

因德國位居歐洲電網中心，跨歐洲的電力進出口相當頻繁，德國與所有鄰國均有電力進口與出口[4]。就電力市場交易的商業流量來看，德國自 2003 年後一直為電力淨出口國，淨出口紀錄近年不斷創新高，但 2018 年則稍減。

在電力進出口可分為物理流量(Physical flows)與商業流量(Commercial flows)做探討。物理流量為電力在跨境邊界的即時交換量，而商業流量則為透過市場交換原則，市場參與者依據跨境機制(cross-border mechanisms)做安排之結果。以物理流量來看，德國對鄰國均為電力淨出口，僅自捷克、法國為淨進口，因德、法間有最大量的電網傳輸量，多年來均以法國進口量最多，透過電網輸往西班牙或鄰國，德國輸往法國則轉進瑞士與義大利，如圖 10。

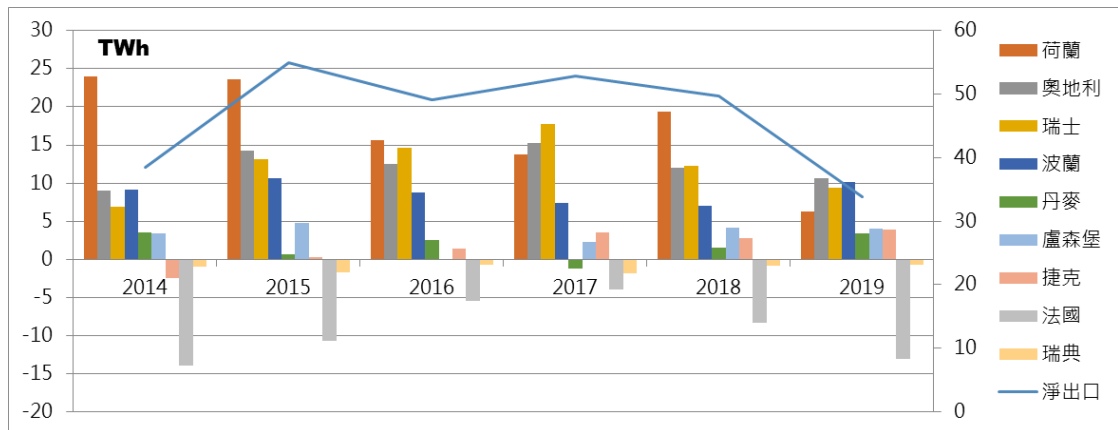


圖 10、德國電力淨出口趨勢(物理流量) [4]

若採用商業流量觀測，德國仍為電力淨出口國，德國主要的電力出口國為奧地利(19.6TWh)、盧森堡(4.195 TWh)與荷蘭(4 TWh)，如圖 11。德國常態性自瑞典淨進口電力，但總量並不高。

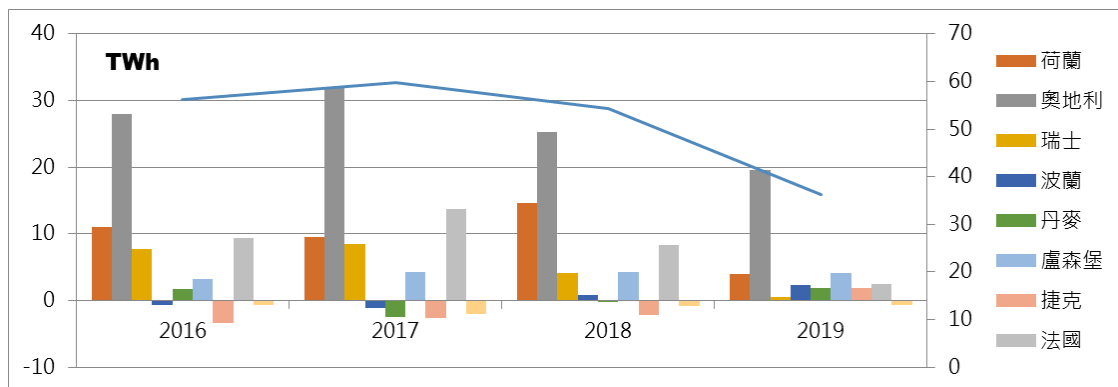


圖 11、2019 年德國電力進出口情形(商業流量) [4]

◆ 電力價格

德國終端電力價格分為住宅與工業電價兩個類群，各自由許多不同的費用組成。2019 年住宅總電價為 30.46 歐分/度¹，2020 年住宅總電價為 31.37 歐分/度(約新台幣 10 元)，自 2000 年最低價 13.94 歐分/度以來，幾乎逐年提高，如圖 12 所示。

2019 年德國工業電價 18.43 歐分/度、2020 年工業電價為 18.55 歐分/度(約新台幣 6.3 元)²，相較於 2000 年最低價 6.05 歐分/度，工業電價亦緩步逐年提高，如圖 13 所示。

¹ 以每年用電量 3500 度的家庭計算。

² 以年消耗量 160~20,000MWh 的中壓供電製造業計算

分析兩類群電費結構，主要均為發電/輸配電費用，與再生能源附加費為主。前者近年略有消長，但並無顯著增加，總電費增加最主要的因素來自於再生能源附加費，與 2016 年提高的汽電共生附加稅、2012-14 年增收的電網稅、離岸稅與需量反映負載稅。再生能源附加稅部分，2000 年該稅額僅有 0.2 歐分/度，核災前 2010 年則為 2.05 歐分/度，2017 年達最高值 6.88 歐分/度後，2020 年降為 6.756 歐分/度，顯見近年再生能源附加稅已呈現持平狀態。

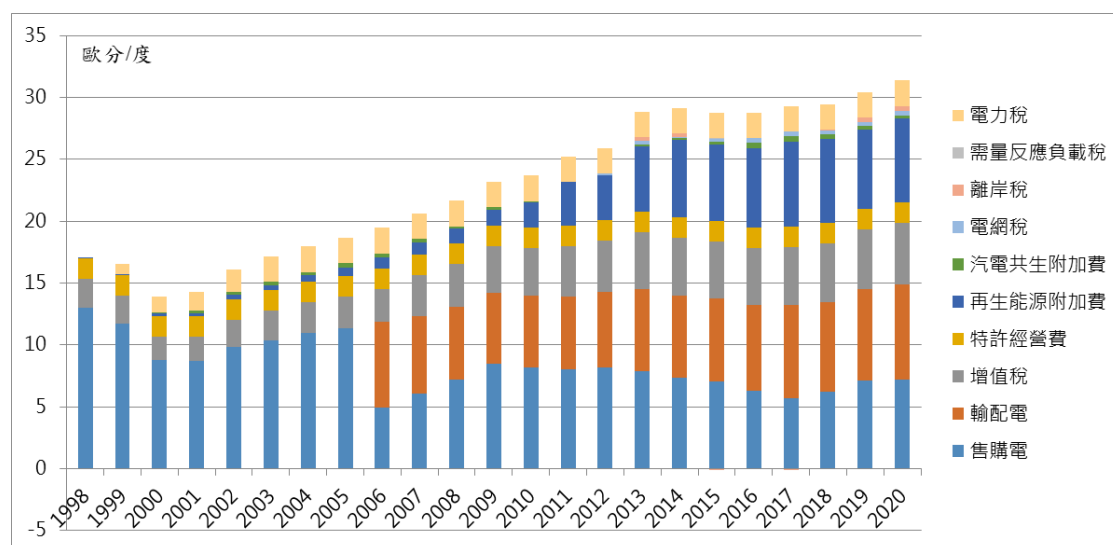


圖 12、德國歷年住宅電價結構與變化[7]

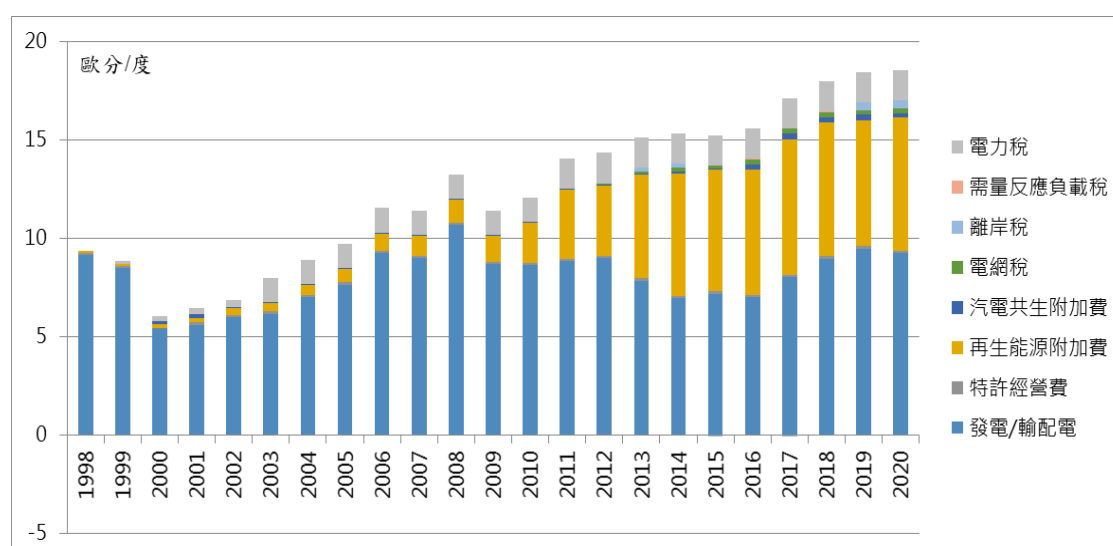


圖 13、德國歷年工業電價結構與變化[7]

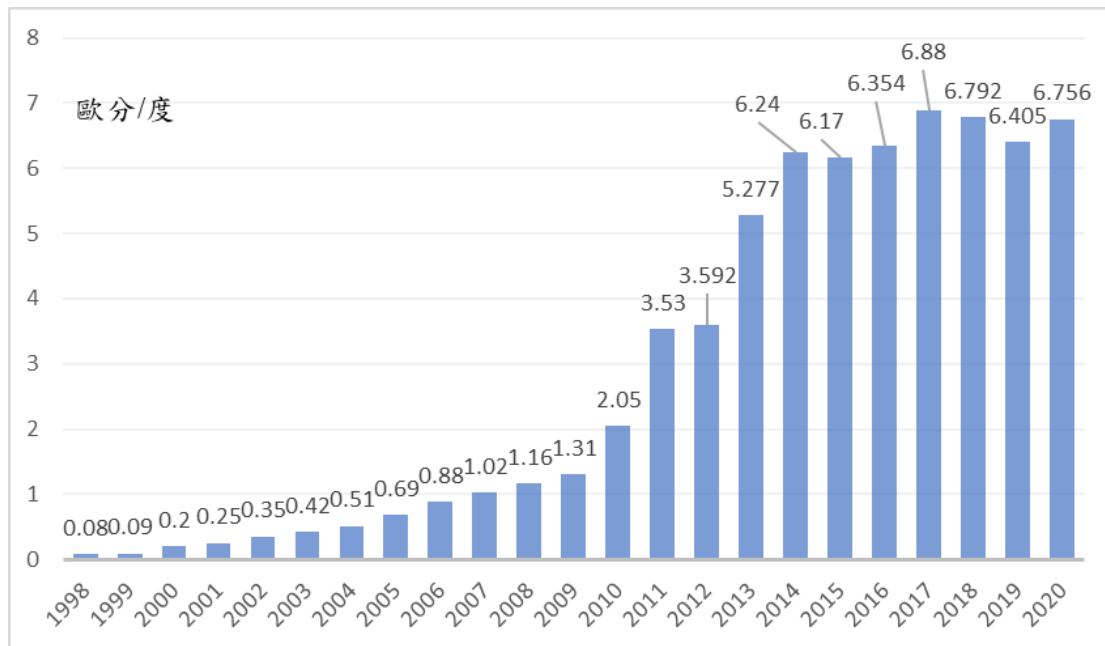


圖 14、德國歷年再生能源附加稅變化[7]

(三) 溫室氣體排放歷史趨勢

德國 2018 年的溫室氣體排放為 856 百萬噸，受到德國廢煤政策與氣候行動相關措施，2019 年溫室氣體排放量已降至 810 百萬噸，相較於德國對外宣示的基準年(1990 年)，減少溫室氣體排放約 35.68%，達到 1990 年來的新低點。受到冠狀病毒造成經濟衰退，促使再生能源占比大幅提高，再加上氣候溫和、碳價上漲等因素，導致德國 2020 年溫室氣體排放量下降了 8.9%，為自 1990 年以來最大的降幅，合計減少 71 百萬噸的溫室氣體，使其總排放量降至 729 百萬噸。

近年排碳下降主要貢獻來自電力部門(約占能源工業近 9 成)的排碳下降，如圖 15 所示，若以減碳比例看，除交通運輸之外，每一個部門均有減碳，減碳比例最大的是廢棄物及其他，其次為能源部門。儘管近年經濟回溫、冬季嚴寒、人口增加，溫室氣體排放或有消長，但自 2010 以後已明顯呈現趨緩趨勢。

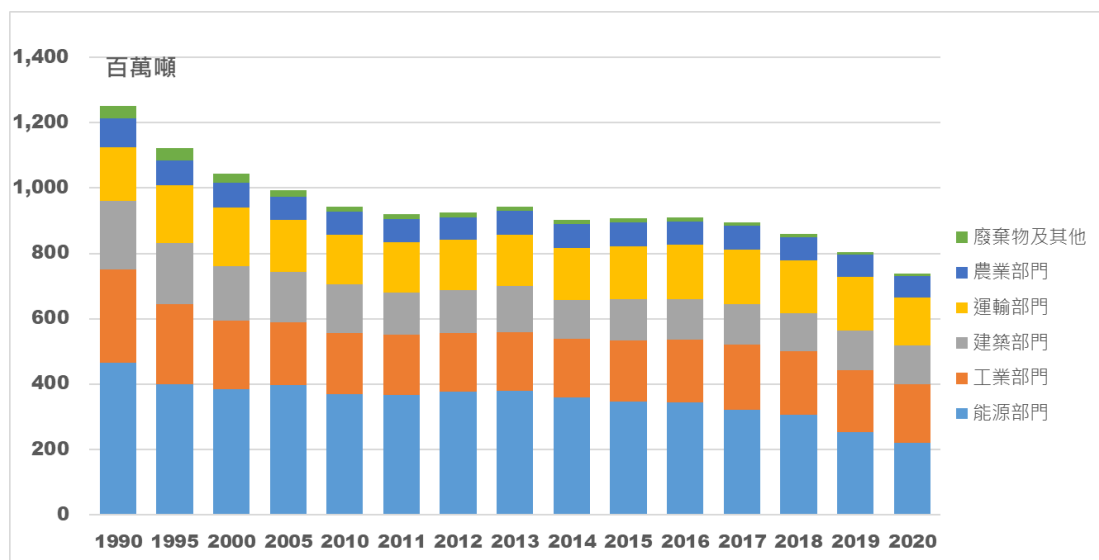


圖 15、德國歷年溫室氣體排放量減少趨勢[10]

因經濟持續成長，但能源消費與溫室氣體持續走低，因此德國在整體能源效率和能源消費有明顯脫鉤。

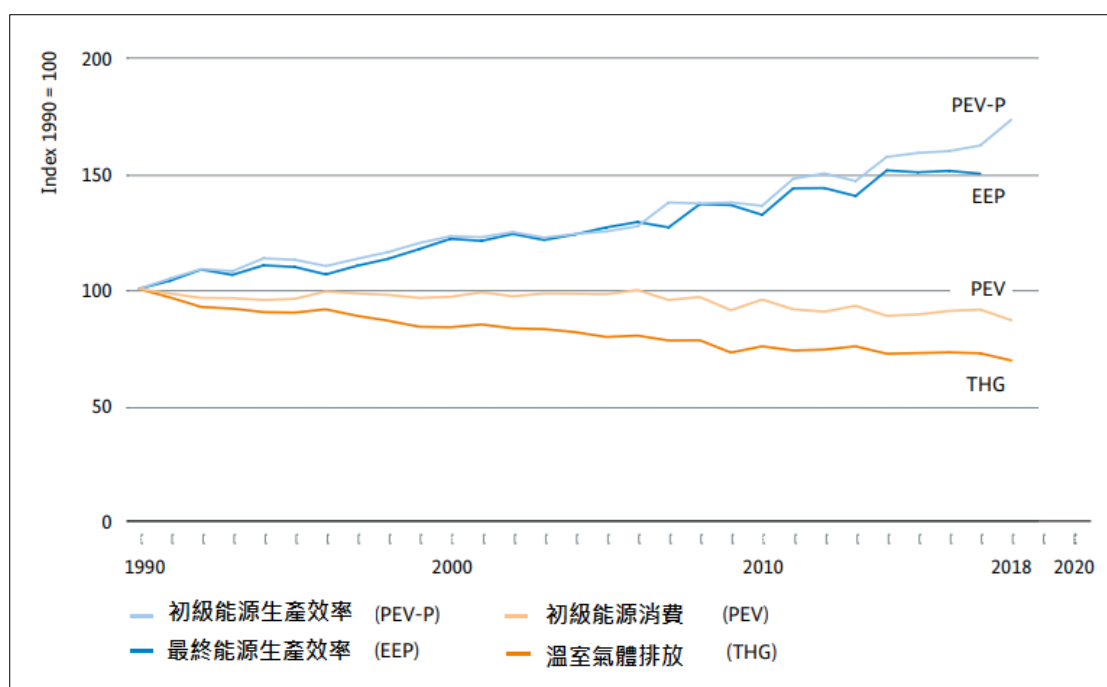


圖 16、能源效率與初級能源消費、溫室氣體排放脫鉤趨勢[9]

德國 2020 年受到新冠疫情的影響，溫室氣體排放大幅降低，在 2021 年溫室氣體則微幅調升，2021 年總計排放了 762 百萬噸，相較於 2020 年溫室氣體排放增加了 33 百萬噸(排放上升約 4.5%)，但仍低於 2019 年的 800 百萬噸。其歷年各部門的溫室氣體排放數值如圖 17

所示。相關數據顯示，自 2010 年起，能源轉型特別有助於溫室氣體排放的減量。

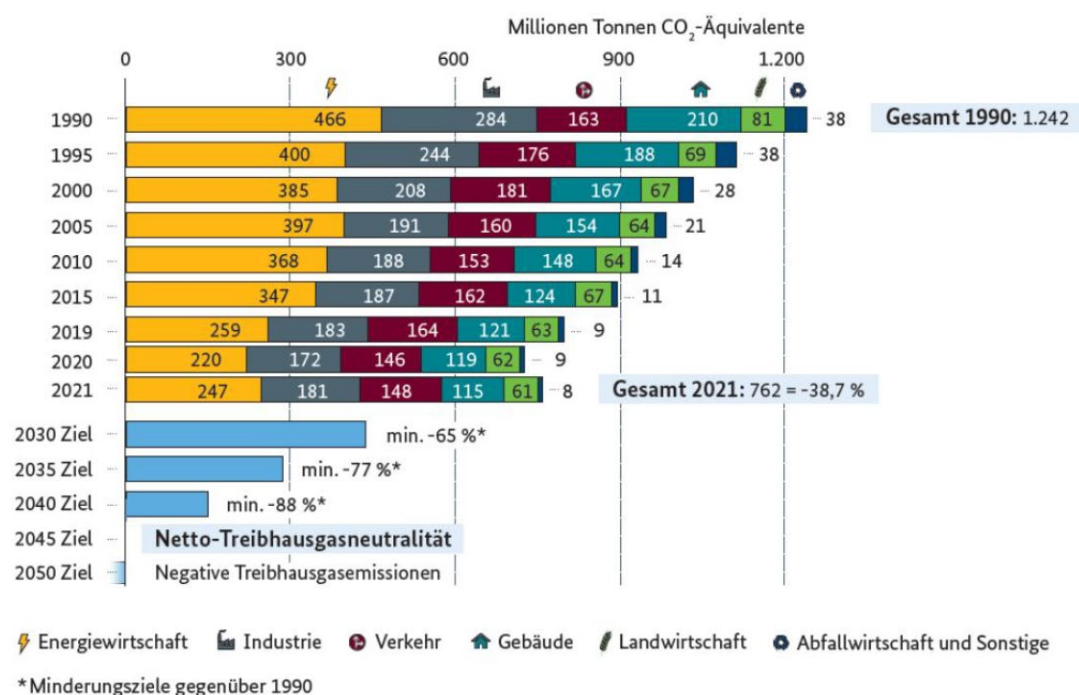


圖 17、德國各部門溫室氣體排放與減量目標

綜觀德國 2021 年的溫室氣體排放量，扣除《氣候行動法》未訂定之 2021 年排放目標的能源部門外，其中建築部門與運輸部門並未達到《氣候行動法》訂定的部門減量目標，而工業部門、農業部門及廢棄物與其他等三個部門則有達成其減量目標；各部門排放之細部說明如下。

能源部門於 2021 年的排放量為 247 百萬噸，受到經濟復甦總體用電量增加 135 億度電的影響，能源部門排放量相較 2020 年增加 12.4%；惟相較 2019 年仍減少約 12 百萬噸，且已達成《氣候行動法》訂定之 2022 年排放量目標 257 百萬噸。受到天然氣價格大幅上漲的影響，2021 年下半年天然氣的使用量有所減少，而燃煤發電則有增加，此外，由於風力條件不佳，再生能源發電量大幅下降至 175 億度電(相較 2020 年減少約 7%)。

運輸部門於 2021 年的排放量為 148 百萬噸，相較於 2020 年排放

增加了 1.2%，比起《氣候行動法》允許的 2021 年排放量目標 145 百萬噸，排放量多出了 3 百萬噸，惟仍遠低於 1990 年的排放量 163 百萬噸。造成排放量增加的主因在於大貨車運量略高於 2019 年的水準，另一個原因則是 2021 年生質燃料在銷售量與占比相較於 2020 年皆較低。

工業部門於 2021 年的排放量為 181 百萬噸，相較於 2020 年增加了 9 百萬噸(成長約 5.5%)，惟仍低於《氣候行動法》允許的 2021 年排放量目標 182 百萬噸。各項行業中，由於粗鋼產量增加了 12%，因此其排放量增長最為顯著。

建築部門於 2021 年的排放量為 115 百萬噸，相較 2021 年雖然減少了 4 百萬噸，但仍高於《氣候行動法》允許的 2021 年排放量目標 113 百萬噸。2021 年排放量減少的主因在於氣候保護措施，促使民眾減少暖油的購買，另部門建築改採燃氣直接供暖，亦可有效減少建築部門的排放量。

農業部門於 2021 年的排放量為 61 百萬噸，相較 2021 年減少了 1.2 百萬噸，同時也低於《氣候行動法》允許的 2021 年排放量目標 68 百萬噸，排放量減少的主因在於牲畜數量的減少，相較 2020 年，牛隻數量減少了 2.3%；另豬隻的數量則減少了 9.2%。

廢棄物與其他於 2021 年的排放量為 8 百萬噸，相較 2021 年減少了 4.3%，同時也低於《氣候行動法》允許的 2021 年排放量目標 9 百萬噸，由於法規已禁止掩埋有機廢物，因此垃圾掩埋的排放量減少。

針對碳匯的部份，2021 年吸收的二氧化碳為 11 百萬噸，相較前一年，排放平衡保持不變。

而上述各部門排放統計皆來自於 2022 年 3 月 15 日環保署公布之數據，受到部份統計計算的限制，德國未來仍可能持續修正相關數據統計，預計德國環保署將於 2023 年 1 月再次針對 2021 年溫室氣體排放的官方完整數據，並轉交歐盟執委會。

三、德國能源政策

(一) 能源政策目標

為因應全球暖化與氣候變遷，全球愈來愈多國家開始推動低碳化的能源轉型，以滿足各國政府 2016 年 11 月巴黎協定中的溫室氣體減量目標。惟受到各國天然資源、地理環境、經濟結構及社會民情的差異，各國能源轉型的路徑與方式亦有所差異，其中德國更是被全球視為是能源轉型的積極推動者，其近年在再生能源的成績，更是有目共睹。

德國早從 1980 年起，即進行能源轉型的規劃，期望藉由再生能源的發展與推動，降低對石油、天然氣、煤炭及核電的依賴，以提升自身的能源自給率，強化能源安全，並在非核家園的願景下，逐步減緩溫室氣體的排放。其能源政策的執行重點包含了：(1)在 2022 年後，全面停止使用核能；(2)全力推動再生能源，擴大再生能源在供電、供熱及運輸上的使用；(3)提升能源效率，減少電力消耗並鼓勵建築節能，降低建築供熱的需求；(4)快速擴展並建立現代化的電網。

為了具體宣示德國能源轉型的量化目標，德國總理梅克爾早從 2005 年即對外宣布將制定「能源概念」，針對能源依存度、能源多樣性、氣候變遷、再生能源、核能使用共識等議題進行討論，並於 2006 年 4 月至 2007 年 7 月召開三次的能源高峰會議。

儘管受到國會大選的影響，導致相關討論暫時停擺，但在 2009 年 10 月國會選舉，基督教民主聯盟(CDU)與自由民主黨(FDP)組成新的聯合政府後，即重新提出將編撰「能源概念」，將能源環境整合計畫、再生能源修正案及能源前瞻研究等一併放入，並於 2010 年 6 月由德國的環境資源部與經濟部共同編撰能源概念初稿後，歷經地方政府、議會及民間團體公聽會後，於 2010 年 10 月正式發布「能源概念」，提出國家能源與氣候至 2050 年的展望，並依據情境模擬，簡述未來相關的基礎建設、研究、獎勵計畫及國際政策等。德國能源概念的整體編撰歷程如圖 18 所示。

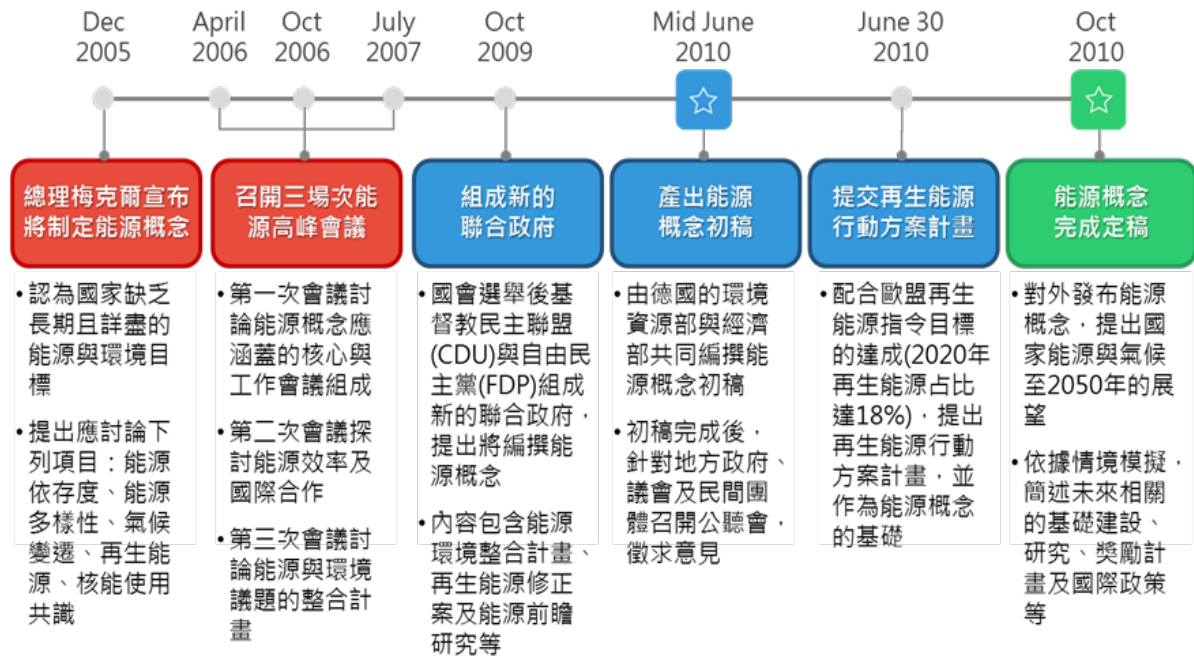


圖 18、德國能源概念產出歷程

德國在 2010 年提出的「能源概念」，其中最具爭議的，就是核能的使用，在透過能源經濟研究所(EWI)、經濟與城市發展會(GWS)針對核能延役 4、12、20、28 之情境進行模擬後，德國政府允許既有 17 座核電廠的運轉年限，可以從原先規劃僅可運轉 32 年，延長其退役年限（針對 1980 前運轉的機組，可延長運轉 8 年，針對 1980 年後運轉的機組，則延長運轉 14 年）。因此，部份團體針對能源概念的內容提出以下的看法。

- Fraunhofer Society 提出再生能源與基載能源可能的爭議
- 德國環境保護組織(DUH)批評認為能源概念是為核能延役辯解
- 綠色和平組織(Greenpeace)提出核能應在 2030 年除役
- 巴伐利亞基督教社會聯盟(CSU)認為核能延役為降低能源價格之有效策略

在 2011 年日本 311 福島核災事故後，德國反核民意再度高漲，超過 8 成民眾堅決反核，因此，德國政府於日本福島事件後，即決議先行廢除境內 8 座核電廠，並於同年透過修正「能源概念」，宣布將

於 2022 年全面放棄使用核電。

德國「能源概念」中，針對溫室氣體、再生能源、能源效率、建築以及運輸等項目，訂定了具體的中長期能源發展目標(詳如表 1)。

表 1、德國能源政策目標與現況

類別	2019	2020	2030	2040	2050
溫室氣體排放(★★★)					
溫室氣體排放(相較 1990 年)	-35.7%	至少 -40%	至少 -65%	至少 88%	2045 年 碳中和
再生能源(★★★★★)					
電力消費占比	42.1%	至少 35%	至少 80%		
最終能源消費占比	17.1%	18%	30%	45%	60%
供熱消費占比	14.5	14%			
能源效率(★★)					
初級能源消費(相較 2008 年)	-10.8	-20%			-50%
電力消費(相較 2008 年)	-4.6%	-10%			-25%
能源生產力	每年 1.2% (2008-2018)	每年 2.1% (2008-2050)			
建築(★★★)					
初級能源需求(相較 2008 年)	-18.8%				約-80%
供熱需求(相較 2008 年)	-6.6%	-20%			
運輸(★)					
最終能源消費(相較 2005 年)	NA	-10%			-40%

資料來源：本計畫彙整

(二)核電政策發展趨勢

◆ 德國核能機組現況

截至 2022 年 11 月，德國共有 3 座核電機組，總裝置容量達 4,055MW(詳如表 2 所示)；2021 年核能發電量達 691 億度，發電占比 11.7%。在 2011 年日本 311 福島核災後，德國朝野皆確立其非核立場，並於同年修訂原子能法，在能源轉型的道路上，迄今雖經歷電價大漲、電網擴建抗爭等問題，惟多數民眾仍支持廢核，故政府非核立場並未動搖。此外，依據 2016 年德國研究機構 Forsa 的調查，有高達 7 成 4 的民眾支持政府廢除核電並朝向以再生能源為主的能源轉型政策。另依據德國能源及水資源協會(German Energy and Water Association, BDEW)於 2013 年~2016 年連續四年的調查，認為能源轉型重要並支持政府能源轉型政策的比例介於 89%~93%。

表 2、德國核電機組現況

核電機組	裝置容量 (MW)	反應爐	商轉日期	預計關閉年份
Isar 2	1,410	PWR	1988/4	2022
Emsland	1,335	PWR	1988/6	2022
Neckarwestheim 2	1,310	PWR	1989/4	2022
Total	4,055	-	-	

◆ 德國核能政策的演進

80 年代大量發展核能：與多數先進國家相同，德國於 50 年代末期開始發展核電並於 1959 年制定「原子能法」，在 80 年代後，德國開始大量使用核電。然而德國早從 70 年代起，民間就一起有出現反核的聲音，在 1979 年美國三哩島核災後，德國即有 12 萬人參加反核遊行，而在 1986 年車諾比核災發生後，反核勢力的人數更是直線上升，政府遂停止核發核能發電設備建造許可。

98~05 年社會民主黨與綠黨聯盟推動非核：在 1998 年德國大選後，主張反核的社會民主黨與綠黨聯盟，組成聯合政府後，開始著手推動非核政策，先於 2001 年 6 月與能源公用事業簽訂逐步廢核決議，並於 2002 年修訂原子能法，明訂不得新建核能機組，並規範現有核電廠運轉年限。

09 年~福島核災前，基督教民主聯盟推動核能延役：在 2005 年傾向持續使用核電的基督教民主聯盟重新取得政權，宣布將制定能源概念，並召開三次高峰會議，重新討論核能定位。在 2009 年，基督教民主聯盟再次於大選中勝出後，即於 2010 年產出能源概念，並修訂原子能法，使既有核電廠可延役 8~14 年。

福島核災後，各政黨皆堅定廢核立場：在 2011 年福島核災事故後，因民間反核聲勢大漲，多數民眾皆要求政府應儘快達成非核家園，因此政府宣布立即廢除境內 8 座核電機組，並重新修訂原子能法，規範既有核能機組不再延役，並於 2022 年以前關閉德國境內所有核電

廠。

惟受到俄烏戰爭的影響，德國自俄羅斯進口之天然氣大幅縮減，為避免供氣不足影響電力系統，德國於 2022 年 3 月間進行第一次壓力測試，其測試結果顯示，德國電力即使面臨天然氣短缺、天然氣價格飆漲、核電如期除役等狀態下，也能保障電力供應安全，因此並不建議繼續使用核電。2022 年 7 月德國聯邦政府要求輸電系統運營商針對電力系統進行第二次壓力測試，評估天然氣短缺且核電除役下，對冬季電力供應之衝擊與影響，2022 年 9 月 5 日，德國經濟暨氣候保護部宣布第二次電網壓力測試的結果，其結果顯示 2022-23 冬季的電力系統每小時出現危機的可能性很小，但仍不能完全排除，因此建議採取一些額外措施，避免出現電網壓力導致短期負載不足或電力故障之情況。

惟為解決聯合政府中綠黨與自民黨之僵局，並確保德國冬季供電穩定，德國總理舒爾茨(社民黨)於 2022 年 10 月 17 日宣布，目前德國境內的三座核電廠將持續運營至 2023 年 4 月 15 日。德國議會亦於 2022 年 11 月 9 日針對《原子能法》修正案舉辦公開聽證會，並於 2022 年 11 月 11 日針對聯邦政府的《原子能法》修正草案進行審查，最終以 375 票同意，216 票反對，70 票棄權下通過法案，明訂 Emsland、Isar 2 以及 Neckarwestheim 2 等三座核電機組可於 2022 年底後持續運轉，並於 2023 年 4 月 15 日停止供電並正式關閉。

表 3、德國核電政策變動歷程

日期	事件	說明
1959 年 12 月	制定「原子能法」	• 載明德國聯邦政府最高核能安全主管機關是 BMU (Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, BMU)，負責聯邦環境、自然資源保護、和核能安全等事務
1986 年	烏克蘭車諾比核災發生	• 德國反核勢力強勁發展，政府遂停止核發核能發電設備建造許可
1998 年	執政黨社會民主黨與綠黨聯盟取	• 開始著手推動非核政策 • 2001 年德國政府與能源公用事業簽訂逐步廢

	得執政權	除核電決議
2002 年 4 月	修訂原子能法	<ul style="list-style-type: none"> • 不得新建核能機組，並規範現有核電廠實際運轉年限(排除大修期間)不超過 32 年。 • 明訂聯邦政府應負責放射性廢棄物最終處置
2005 年	德國大選，基督教民主聯盟重新取得政權	<ul style="list-style-type: none"> • 宣布將制定能源概念，並召開三次能源高峰會議，希望重新討論核能定位
2009 年	德國大選，Merkel 所屬基督教民主聯盟大勝	<ul style="list-style-type: none"> • 發表新能源政策白皮書，將核能定義為「邁向新能源世代的過渡性必要選項」
2010 年 9 月	發布能源政策行動綱領—「能源概念」	<ul style="list-style-type: none"> • 規範既有核能機組延役，並計畫課徵核燃料稅 • 提出國家未來再生能源、溫室氣體減量、能源效率提升、電動車發展目標
2010 年 10 月	修訂原子能法	<ul style="list-style-type: none"> • 1980 年前商轉之 7 座核能電廠延役 8 年、其餘 10 座核能電廠延役 14 年
2011 年 3 月	日本 311 福島核災	<ul style="list-style-type: none"> • 宣布對所有核電廠進行安檢 • 宣布 8 座在 1980 年以前商轉之核能機組立即停止運轉 • 在安全無虞的情況下，僅同意維持 9 座核電廠繼續營運至 2022 年
2011 年 5~6 月	修訂「和平使用核能和防止核損害法」	<ul style="list-style-type: none"> • 宣布先前暫時關閉的 8 座核能機組將永久性停運 • 規範既有核能機組不再延役，並於 2022 年以前關閉德國境內所有核電廠 • 提出能源轉型(Energiewende)政策，全力投入再生能源發展，並提高能源效率
2011 年 8 月	原子能法修訂生效	<ul style="list-style-type: none"> • 廢止原子能法 2010 年增修條文並恢復 2002 年增修條文 • 預估剩餘 9 座核電機組關閉時程為 2015 年停 1 座，2017 年停 1 座，2019 年停 1 座，2021 年停 3 座，2022 年底關閉最後 3 座。
2022 年 11 月	原子能法修訂	<ul style="list-style-type: none"> • 明訂 Emsland、Isar 2 以及 Neckarwestheim 2 等三座核電機組可於 2022 年底後持續運轉，並於 2023 年 4 月 15 日停止供電並正式關閉

(三) 廢煤政策

透過政府大力推動再生能源，德國再生能源的發電占比已從 2000 年的 6.6% 至 2020 年成長為 43.7%，超過政府原先訂定 2020 年的目標(35%)，為此，德國政府更在 2018 年上調再生能源發展目標，希望

在 2030 年再生能源發電占比可達 65% 以上。儘管如此，依據 2018 年經濟合作發展組織(OECD)對德國的評估報告，其認為德國 2020 年溫室氣體排放目標的達成，極具挑戰性，大致可歸於以下三個原因：(1) 人口規模與經濟成長：德國 2015~2017 年的經濟成長超乎預期，加上德國從敘利亞接收大量的難民，導致 2020 年人口數較原先預估超出 180 萬人，促使其住宅部門的能源需求大幅增加；(2) 運輸部門減量成效不彰：自 1990 年起，德國運輸部門是唯一排碳量不減反增的部門，政府投入大量資源於再生能源，導致原先運輸部門的電動車規劃(2020 年達 100 萬輛)進步嚴重落後，同時政府也缺乏運輸部門的整體減碳戰略；(3) 煤電降幅緩慢：儘管再生能源占比的大幅提高，已促使電力部門排放量下降，但燃煤發電仍是最大的碳排放源。

德國在 2017 年 9 月大選結束後，總理梅克爾為了再次組成聯邦政府，因此與社會民主黨(SPD)進行談判，會後決議聯合政府將於 2019 年初提出廢煤的時程規劃。為積極達成國家中長期之溫室氣體減量目標，德國於 2018 年 6 月 6 日組成「經濟成長、結構變動與就業特別委員會」(Special Commission on Growth, Structural Economic Change and Employment)，討論國家燃煤電廠除役的時程與具體措施，在歷經長達半年的討論後，該委員會於 2019 年年初達成協議，提交近 300 頁的最終報告，並提出 2038 年前達成廢煤的決議。依據報告內容，德國的廢煤時程將分階段進行：

1. 第一階段(2019~2022)

- (1) 2022 年前關閉境內 1/3，合計共 12.5 GW 裝置容量的燃煤電廠。
- (2) 褐煤電廠與硬煤電廠裝置容量皆將降至 15 GW。
- (3) 德國將既有為因應變動性再生能源所設置的 2.3 GW 電網儲備容量(Grid Reserve Capacity)，由原本的燃煤發電改為燃氣發電。

2. 第二階段(2023~2030)

(1) 使燃煤電廠的裝置容量降至 17 GW (褐煤為 9 GW、硬煤為 8 GW)。

(2) 分別在 2023 年、2026 年及 2029 年檢視國家的廢煤路徑(coal exit roadmap)是否在既定的路線上。

(3) 2026 年和 2029 年成立一個獨立的專家小組進行審查，針對減煤的政策對國家氣候目標、電價衝擊、供應安全、就業狀況及經濟影響進行詳實的分析，據此評估廢煤時程是否應修正。

3. 第三階段(2031~2038):2038 年廢除境內所有燃煤電廠，並於 2032 年前評估，廢煤的時程是否可提早於 2035 年達成

為確保供電穩定，德國燃煤電廠除役委員會建議應持續使用，甚至擴大現有的電網儲備容量，並分別在 2023 年、2026 年及 2029 年，盤點儲備容量中燃煤使用與替代的狀態。

為了落實德國廢煤政策，德國聯邦政府於 2020 年 7 月 3 日正式通過燃煤發電減少與終止法(煤炭終止法)，該法律指出，德國應在合法安全、經濟合理以及社會平衡的狀況下，於 2038 年前終止德國的燃煤發電，並以高效燃氣電廠，做為實現溫室氣體碳中和的過程能源。該法律草案包含減少與終止硬煤和褐煤發電的規定，其計畫在 2026 年前，硬煤發電廠依據政府的時間表，可以透過競標的方式，自行脫離電網達成除役而獲得政府補貼，在 2027 年後，煤電廠則將在政府監管法規下進行除役。

為了避免德國煤電除役措施對歐洲碳交易造成影響，煤炭終止法亦刪除原先廢除煤電可獲得免費二氧化碳憑證的相關法規。透過修改汽電共生法，鼓勵發電業者可以從既有的燃煤發電，轉為對氣候更友好的發電方法。該法律草案亦將針對於煤炭行業的老年工人支付調整津貼，使其可以過渡到退休。另針對因淘汰煤電導致電價上漲的用電者，提供適當的補償。配合德國 2038 年廢煤目標，德國總理梅克爾與經濟部長 Peter Altmaier 於 2020 年 1 月的會議中，已確立煤炭業者的補償金額，其中 RWE 將獲得 26 億歐元的賠償金，而德國東部的運

營商將獲得 17.5 億歐元。德國政府表示，在 2022 年底，褐煤電廠裝置容量將降至 15GW，代表西部有 8 座燃煤電廠將退場，而在 2029 年將再降至 8.8GW，再關閉 11 座燃煤電廠，其中 3 座轉為備用電源，並在 2038 年前廢除所有燃煤電廠。

德國於 2021 年 9 月 26 日進行國會大選，最終由社會民主黨(SPD)獲得了最多票，與綠黨及自由民主黨共同組成聯合政府，並提出將在“理想狀態”下在 2030 年前淘汰硬煤與褐煤，惟依據德國的 2021 年 11 月的監測調查，能源成本上升已使德國東部礦區對淘汰煤炭的支持率下降，相較前一年支持淘汰煤電比例，已從 56%降至 48%，而反對的比例由從 29%上升為 40%。另德國東部薩克森安哈爾特州(煤炭開採州)州長亦表示，2030 年淘汰煤電不太可能實現，以不到 10 年的時間結束煤炭業會造成當地經濟重大的影響，因此最終其 2030 年廢煤的政策能否實現，仍存在不少變數。

(四) 氣候行動戰略

除了針對燃煤電廠，為使德國各部門可以積極落實溫室氣體減量政策，德國跨黨派的政府聯盟（氣候內閣）於 2019 年 9 月 20 日經過一個漫長的跨夜會議後，公布了一份 2030 氣候行動的戰略文件，概述德國未來針對溫室氣體減量一系列的措施以下將針對一系列之減量措施進行說明。

1. 能源部門：自 1990 年起，能源部門為溫室氣體排放減量貢獻最大的部門，其 2030 年之減量目標為降至 183 百萬噸，其減量策略如下：

(1) 2018 年 6 月經聯邦政府任命的委員會已於 2019 年初達成 2038 年廢煤之決議，預估 2030 年燃煤電廠裝置容量將降至 17 GW，同時政府承諾將於 2019 年 11 月將廢煤路線圖納入法律中。

(2) 在 2018 年初的聯盟協議中，聯邦政府已承諾將使再生能源於電力消費的佔比，從 2018 年的 38%，至 2030 年提高為 65%。

- (3) 德國政府修訂再生能源裝置的目標，其中離岸風力 2030 年目標從 15GW 提高至 20 GW；太陽光電原先的設置上限 52 GW 則取消。
2. 工業部門：目前工業部門排放量為 188 百萬噸，希望可於 2030 年降至 143 百萬噸；政府應透過一站式的服務，針對企業降低碳足跡的生產給予諮詢與輔導，並優化其製造生產流程。
3. 建築部門：德國建築部門約佔總排放量的 14%，如果想要達到 2030 減量目標，則建築部門的年排放量須從目前的 120 百萬噸，至 2030 年減為 72 百萬噸。
- (1) 德國政府規劃透過減稅的措施，鼓勵既有建築進行節能改造，預估可降低其更新隔熱、供暖系統等之成本約 20%。
- (2) 如果有更多對氣候友善的替代方案可供選擇，將於 2026 年後，禁止安裝新的燃油供熱系統。
4. 運輸部門：德國目前運輸部門之排碳量約為 150 百萬噸，其目標為 2030 年降至 98 百萬噸，德國政府規劃採取之措施包含：
- (1) 充電站：政府計畫至 2030 年將電動車公共充電站之數目擴增至 100 萬個，並在 2025 年前批准公共充電站興建之資金。另亦將鼓勵汽車製造商與能源公司擴大設置充電基礎設施，充電站的設置則可視為石油公司之減碳作為，如果充電站整體裝置情況未達預期，必要時將透過法律，強制要求所有加油站皆需設置充電站。
- (2) 汽車：至 2030 年，德國希望電動車之數量可達 700~1000 萬輛，為了達成此項目標，德國政府規劃將調降電動車的稅率，同時調升目前售價低於 4 萬歐元汽車之價格，使電動車/油電混合車/燃料車等之車輛，更具市場競爭力。同時，也讓各邦或縣市政府，可以針對公共汽車、出租車、計程車，訂定自己區

域內汽車之排放標準。2021 年後核發執照的燃油車，將依其每公里排放量課稅。

- (3) 鐵路：至 2021 年，聯邦政府將增加每年公共交通擴展費用為 10 億歐元，並與國鐵公司 Deutsche Bahn 合作，於 2030 年前投資 860 億歐元，用於鐵路擴建與效能提升上。為了鼓勵民眾搭乘，德國政府亦將減少長途鐵路的增值稅，使其票價減少約 10%，另外於數個城市中，示範推動年票制度（如全年票價 365 歐元），以減少汽車使用所造成的交通擁塞與排放。
- (4) 貨運：德國政府希望至 2030 年所有貨運中，使用電動車或燃料電池的比例可達 1/3，未來將透過道路使用費用的改革，使對氣候友善之車輛更具吸引力。
- (5) 航空：德國政府規劃將在 2020 年提高航空稅，同時限制航空公司的票價，不得低於稅金、附加費和其他費用的總和，以避免航空公司透過傾銷票價，鼓勵民眾搭乘。

在氣候內閣組成的 3 個月後，德國首部關於國家的「氣候行動法」正式於 2019 年 12 月 18 日通過。該法案的主要重點如下：

1. 法律制定的目的：確保德國實現國家和歐洲的氣候目標，避免全球氣候變遷的影響。以巴黎協定為目標，將全球暖化限制在 2°C 以下，並致力達成 1.5°C，同時在本年紀中達到溫室氣體中和。
2. 溫室氣體減量目標入法：相較於 2030 年溫室氣體減量 55%（其他年度目標未入法），如有必要履行歐洲或國際義務，可提高減量目標，但不得調降。
3. 明訂各部門減排目標：將溫室氣體排放量分配至各部門（能源、建築、運輸、工業、農業、及其他），並依線性分配至各年度，如某一年度未達成或超過目標，則將差異值均勻分配至剩下的年度排放量，直到 2030 年。

表 4、德國氣候行動法各部門逐年排放目標[15]

Jahresemissionsmenge in Mio. Tonnen CO ₂ -Äquivalent	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
能源部門	280		257								175
工業部門	186	182	177	172	168	163	158	154	149	145	140
建築部門	118	113	108	103	99	94	89	84	80	75	70
運輸部門	150	145	139	134	128	123	117	112	106	101	95
農業部門	70	68	67	66	65	64	63	61	60	59	58
其他	9	9	8	8	7	7	7	6	6	5	5

4. 聯邦政府可調整部門目標與排放預算：聯邦政府可以在確保國家整體氣候目標達成的前提下，調整各部門的年度排放目標；並依據部門目標轉換為排放預算。在 2025 年德國政府將決定 2031 年後的年度排放預算。
5. 目標未達成之程序與規範：各部門的主責部會應提出具體的計畫與措施，致力達成部門的減量目標，如果聯邦政府未能達成國家的減量目標，則聯邦政府必須從其他國家購買排放配額。另外，負責部門必須提出緊急計畫，以確保接下來幾年內可以達成目標。
6. 排放監控與獨立專家機構成立：政府必須每年發布氣候行動報告，詳實說明各部門的氣候行動實行內容、成效及排放數據；另外聯邦議會應成立一個由 5 名環境、經濟、永續、社會問題等議題專家組成的獨立氣候研究機構，研究各部門氣候行動方案，並在年度針對氣候行動方案，提出獨立分析與改善建議。

(五) 國家能源效率行動計畫

德國政府認為，在能源轉型的推動上，能源效率扮演的角色至關重要，能源效率除了是國家氣候目標達成的關鍵因素，亦可以提升企業的競爭力，強化消費者的購買力，並減少國家對能源進口的依賴程度。

德國聯邦政府已訂定目標，要使德國成為全球能源效率最高的經濟體，為了達成此目標，德國能源暨氣候政策的指導原則即是「能效

第一」，只要在經濟發展上合理，任何能源消費皆應以減少能耗為第一要務，針對必要的能源需求，則以再生能源為主要的供應來源，只要盡可能運用這樣的方法，便可在跨領域中有效利用再生能源發電，從而滿足工業、交通及供暖的能源需求。

能源效率的提高意味著在減少能源使用的同時，亦創造更高的附加價值。這將能降低能源成本，為公司帶來寶貴的成本優勢。由於對石油和天然氣進口的依賴程度減少，投資效率措施將能加強國內價值創造、確保就業並提高供應的安全性。此外，關注能源效率也將為生產「德國製造」之效率技術的德國公司開拓新的出口和成長市場；而德國市場即是他們展示其工廠、機械、產品和服務的櫥窗。

德國早從 2014 年即提出國家能源效率行動計畫(National Energy Plan on Energy Efficiency, NAPE)，主要在於對跨領域的能源效率提升措施做出定義，使所有的參與者均可獲得利益。聯邦政府欲藉此計畫之三個策略，開展全新的能源效率政策路線：(1)在建築領域持續推動提升能源效率；(2)建立能源效率之獲利與交易模式；(3)自主提升能源效率的責任制。

為積極達成國家淨零碳排放的目標，德國政府在 2020 年亦通過 2050 能源效率戰略，聯邦政府將更加重視未來的能效政策。此戰略包含三大要素：(1)訂定 2030 年的能效目標；(2)在國家能源效率行動計畫（NAPE 2.0）中列舉出為達成目標所需採取的必要措施；(3)實施 2050 年能效策略路線圖的對話進程提出指導方針。在這個對話的框架下，民間社會、企業、消費者、科學家和聯邦政府的代表將討論如何透過跨領域的合作來實現 2050 年的能源消費減半的目標，並為具體措施擬定建議方案。德國 2014 年的國家能源效率行動計畫提出一系列的立即措施與持續性措施，可以在兼顧環境保護與民眾荷包的前提下，有效的使用各種能源。在國家能源效率行動計畫中，主要涵蓋四個領域，包含了(1)建築能源效率；(2)透過財政與收益帶動的節約能源；(3)透過教育與諮詢使消費者提高能源效率；(4)運輸部門能源效

率，以下將就與工業節能相關的策略進行說明。

1. 導入電力效率競賽：

德國在 2015 年推出節約用電競賽「STEP UP!」，希望徵求各種可以減少電力消費的具體作法；不論是團體或是個人，皆可提出自身節約用電的策略與想法，並透過實際節約用電，而獲得計畫的獎勵補貼。該計畫主要追求的是，尋求可以在達成最佳收益的狀態下，使節省的電力達到最大化。該競賽的具體作法如下：取代過去傳統的補助計畫，僅針對技術給予補貼的作法，新的「STEP UP!」計畫將由聯邦政府從參賽者中，選取承諾可以在每歐元補貼金額中，節電最多的團體。

透過 STEPUP 計畫，將可以帶動企業、能源服務業者、電力公司、能源合作社以及其他的參賽者，提出可減少能源支出成本的策略，進而改善他們的能源效率。而其範圍從更新產品生產系統的單一元件乃至於整個系統製程最佳化的革新，皆有涵蓋。資金補貼對象包含了獨立與團體的計畫，所謂獨立計畫即代表申請人可自行獨立完成的節電計畫；在團體計畫中，則由倡議者針對一系列的節能措施申請資金補貼，並自行分配資金補貼於各項節能措施的使用占比。

舉例來說，一個地方性的能源服務業者，可以針對特定的社區，提出共有或私有的建築節能計畫，並使執行計畫下的能源支出與節能投資達到最佳化。STEP UP 計畫在 2015 年將先進入試驗性的階段，在 2018 年前，德國聯邦政府投入 3 億歐元的資金來進行補貼；另依據 NAPE 的推估，德國透過 STEPUP 計畫的推動，至 2020 年初級能源消費的節約已帶動減少 150~310 萬噸的溫室氣體排放量。

2. 輔導簽訂節能擔保貸款契約：

過去節能契約大多是針對能源大用戶進行簽訂，為了擴大節能效

果，德國同時允許能源服務業進行整體的能源更新。舉例來說，能源服務業可以針對一棟建築提出節能更新計畫並藉此評估其節能量，而該建築的持有人在節能更新後，即按月支付給能源服務業，其支付的年限則由雙方訂之(如十年)。

能源服務業必須向銀行貸款才可以協助進行能源相關設備的替換，對於大型的能源服務企業而言，由於本身具有擔保品，因此多數企業可以順利取得貸款；然而，對於中小型的能源服務業者，因為多數銀行認為這個長期的借貸是具有風險的，因此常常無法順利取得貸款。因此，德國政府協助進行擔保銀行導入，使中小型的能源服務業，即使他們自身沒有或是缺乏充分的擔保品，仍然可以獲得最高 80% 的貸款金額，而這些擔保銀行，則可從聯邦政府或是地方政府取得擔保，來降低銀行自身的曝露風險。

德國聯邦政府將與地方政府，針對擔保銀行在契約計畫中提供的貸款方式，共同進行討論，預計未來提供此貸款的放款金額將會持續增加；此外，德國聯邦政府亦已發布「節約能源契約發展計畫」報告，藉此教導中小企業，這個新實行的節能更新貸款機制未來要如何運作。

3. 促進復興信貸銀行能源效率提升計畫：

德國復興信貸銀行(KfW)將維持低利貸款的能源效率提升計畫，來改善能源生產與設備的效率，未來這個計畫更將只能針對節約能源進行補貼。簡單的說，一間公司未來如透過能源設備與生產過程的改善進行節能，當其節省的能源愈多，則他需要付給復興信貸銀行的利息將愈少。

同時，復興信貸銀行亦可透過此方式，瞭解透過該能源效率提升計畫的實行，可以帶動多少節能效益。目前該銀行亦針對中型企業的氣候保護措施給予貸款，只要是位於德國的商業企業、自僱專業人士和個體經營者以及德國企業、其外國子公司和德國參與

度高的合資企業，投資於減少、預防和消除溫室氣體排放的措施，皆可在每個項目 2500 萬歐元的上限，獲得高達 100%投資成本的融資貸款(20 年的低息貸款)，並獲得高達 6%的氣候補助。

德國復興信貸銀行除了提供產業能源效率的貸款，亦在建築部門與再生能源等項目給予融資，德國復興信貸銀行集團董事會指出，該集團正在幫助德國聯邦政府至 2050 年使該國的建築部門實現氣候中和。

4. 善用廢熱的再利用：

德國製造業中，許多製程都需要烘乾、熔鐵、精煉等作業，也因此產生許多熱能，這些大概占了整體工業部門能源消費的 2/3，如果未能善加利用，這些製程產生的熱能，最後常常淪為廢熱。德國政府認為應該具有更有效率且有效的方式來利用這些廢熱，例如透過製程的最佳化或是使用絕緣管線、渦輪機與其他設備。

德國政府近年也開始積極推動廢熱的再利用，自 2015 年起，德國企業可以獲得由聯邦經濟及出口管制署(Federal Office for Economic Affairs and Export Control, BAFA)所提供的「中小企業能源諮詢計畫」，透過這個計畫，企業不但可以藉由專家的審視，瞭解如何進行改善，同時可以獲得具體的行動方案與執行程序。而其相關的投資金額，則可透過申請包含「中小企業高效率技術投資計畫」、「促進能源效率與氣候智能產品企業計畫」取得，依據計畫相關規定，如廢熱改善或再利用的情況愈好，則可獲得的補助金將愈多。

5. 建立能源效率網絡：

德國聯邦政府希望可以協助企業去訂定自身的能源效率目標，為了達成上述目標，德國將與部份的企業組織，如德國工業組織、德國工藝中心協會及其他貿易協會等進行合作，希望可以鼓勵企業自願組成能效的網絡。

在這個網絡中，企業可以接受能源專家的輔導，發展節約能源並訂定節能目標。德國政府希望在 2020 年前可以建立至少 500 家的能效網絡，所有的節能網絡都要符合一定的規範，例如在節能網絡建立前，都必需要接受能源查核，進而為提高工業、服務業的能源效率做出重要貢獻。

德國一個能效網絡大約由 8 到 15 家公司組成。在網絡活動開始時進行的潛力分析中，將有一位經驗豐富的能源顧問幫助公司檢核提高能源效率的方法。在此分析的基礎上，每家公司都為自己設定了一個保護目標，並以行動支持這一目標。整個網絡還為網絡活動的持續時間設定了一個效率目標。在網絡過程中，會定期舉行有節制的對話，參與的公司代表將在其中進行討論與經驗交流。

參與能效網絡將使公司代表能夠在可靠數據的基礎上規劃和實施能效投資，依據德國聯邦政府的統計，參與公司在 3~4 年後在能源效率方面的改進明顯優於其行業的平均水平。另依據能效網絡官方統計，截至 2021 年，德國已有 316 家的能效網絡，並共計有 2520 家公司參與節能網絡。

6. 輔導企業園區能源效率管理：

許多能源效率提升的計畫，只會關注單一的公司，鄰近的公司或是整合管理常常被忽略；但事實上，我們常會需要進行跨公司的整合與合作。舉例而言，如果有一間鑄造廠剛好在食品廠旁邊，鑄造廠因為製程的關係常常會排出許多的廢熱，而其鄰近食品廠剛好又有蒸氣的需求，如果可以透過整合的方式，分享彼此的能源，將可達到有效的節能。

7. 針對特定企業的節約能源提供能源服務訊息：

德國節能目標是相當明確的，希望在 2050 年，可以減少能源消耗 50%，為了達成上述目標，各部門與產業都應該積極節能，為此，

德國政府將針對特定的產業進行節約能源的行動。

德國政府認為如果可以依產業之特性，擬定適合的能源效率行動計畫，則其節約能源的效果將更加顯著。由德國的飯店餐飲協會所組成的 DEHOGA，已針對特定的產業，推出了氣候保護與節能競賽，德國政府希望未來可以擴展到其他的產業競賽。

8. 高效能電器設備標籤化(歐盟能源標籤)：

在歐盟現代化的家電賣場中，歐盟的能源標籤已廣為在冰箱、暖爐、電視等電器設備中出現，用一個彩色編碼條，從綠色到紅色，代表類別 A 至 G，來呈現一項電器的能耗表現。透過能源標籤可以讓消費者在選購家電時，輕鬆的比較不同設備的能效表現。然而，隨著科技的快速進步，目前有部份的產品，已達到 A+++的能效表現，無法透過標籤充分瞭解其更詳細的能效。

未來為了使民眾可以獲得充分資訊，歐盟未來將導入新的能效等級與嚴格的標準，涵蓋目前市場上仍然沒有產品可達成之能效水準。同時，新的歐盟能源標籤亦應提供更多的訊息，如產品絕對能耗的數值。此外，德國聯邦政府亦主張建立一個歐盟能耗資料庫，並要求家電、暖氣、空調業者上網發布各類型設備的能效表現，透過對民眾資訊的充分公開，可以讓民眾選擇能效表現最佳的電器設備，同時也刺激廠商彼此之間競爭，致力於追求與生產更高能效的產品。

9. 強化節能產品，導入全國領跑者計畫：

如果有更多的家庭願意使用高效率的設備，德國家庭的能源消費將可進一步下降。為此，德國政府希望可以藉由全國領跑者計畫，將高能效的產品快速導入市場。全國領跑者計畫將針對製造商、零售商及消費者，宣達節能產品的好處，同時鼓勵企業與個人，開發、銷售及使用高能效產品，以減少消費者能源支出，並致力保護環境。

透過領跑者計畫，可以教導民眾住家節能與節電的方法與措施，同時亦與零售商合作，培訓銷售人員關於能源效率與歐盟能源標籤的知識，進而引導民眾購買節能產品。對於製造商來說，則可以透過領跑者計畫，瞭解消費者對於能效產品的特殊需求。

10. 針對大型企業導入能源查核：

德國政府認為如要在 2020 年降低德國能源消費 20%，則每個人都必需做出貢獻。在此之前，我們必需先瞭解自己消耗多少能源。德國多數的大型企業內部已經開始執行能源查核，透過系統性地調查，可以瞭解自身的能源消耗，同時探究自身的節能潛力與措施，透過這些資訊，可以促進能源效率的投資，進而降低他們的能源開支，提高他們的競爭力。

在 2014 年 11 月初，德國聯邦政府已批准一項能源查核法案 (Energy audit law)，要求企業自 2015 年 12 月 5 日起，開始進行第一次的能源查核，並在未來每四年進行能源查核。這項立法是將歐盟的能源效率指令轉為國內法的重要里程碑，有助於德國達成節能目標。其能源查核的重點包含了：(1)所有員工超過 250 名、年營業額超過 5,000 萬歐元，或是年度資產負債表超過 4,300 萬歐元的企業，自 2015 年 12 月 5 日起每四年都要進行能源查核；(2)能源查核必需獨立進行，查核後必需提供廠商諮詢與建議；(3)德國聯邦經濟與出口管制局(BAFA)將針對個別企業進行抽查，確保企業確實執行能源查核。

如果某公司有義務執行能源查核，但沒有執行或執行不完備，則最高將面臨 5 萬歐元的罰款，此外，如假裝宣稱自己是中小企業而要避免查核的公司亦可能面臨罰款。依據德國能源署的統計，截至 2020 年德國約有 50000 家的公司有義務進行能源查核，同時透過引進能源管理的組織措施，約可節省 10%的能源成本，且高達 75%對於能源查核的過程是感到滿意。

11. 提升中小企業進取精神，致力能源改革與氣候保護：

中小企業主動致力能源改革與氣候保護，將可協助促進德國進行能源革新。德國政府希望儘可能促使中小企業節約能源，並提升能源效率；然而，目前多數的中小企業並沒有相關的知識，來達成上述目標，這也就是提升中小企業進取精神的主要目的。

自 2012 年起，德國的經濟部、環保署也和德國工商會 (DIHK)、德國中小企業聯合會 (ZDH) 共同成立「中小企業倡議能源轉型和氣候保護協會 (Mittelstandsinitiative Energiewende und Klimaschutz)」，透過電話與電子郵件往來，提供諮詢、溝通、課程訓練等服務。其主要的服務包含：

- (1) 培訓能源管理員：自 2014 年以來，已有來自 2,000 多家公司的 9,000 多名學員接受了培訓，透過該計畫，不僅學員受益，企業也受益。培訓公司優化流程，節約成本，學員獨立實施項目，承擔責任。在團隊中，受訓者學習發展自己的想法、整體思考和團隊合作。
- (2) 提供能量手冊/線上系統：能源手冊幫助中小企業 (SME) 的管理者評估能源消耗數據。只需最少的努力，您就可以很好地概覽所有相關的操作數據。從記錄能源成本到考慮設備，再到評估 CO₂ 排放。每個企業家自己決定使用分析工具的詳細程度。另線上系統則可透過簡單數據的蒐集，為用戶提供日常實際工作的各種評估系統（例如光電計算器、電力和能源稅報銷、公司發展計劃、碳定價等）
- (3) 工商協會氣候保護輔導：通過免費的氣候保護指導，IHK 可以向您的公司建議企業氣候保護和環境績效優化的策略。
- (4) 線上研討會推廣：該組織針對政府的各項能源相關措施，不定期提供線上研討會進行說明，以近幾年為例，即包含了「如何透過線上虛擬 VR 進行能效檢查與顧客服務」、「新手企業如何

購買綠色電力」、「企業的氣候保護計畫」、「能源管理：新的 ISO 50001」、「員工對能源效率和氣候保護的積極性」。

12. 擴大中小企業能源諮詢服務：

如果中小企業可以節制地使用能源，不但可以對能源改革和氣候保護有顯著貢獻，同時也可以強化自己的競爭優勢。在進行節約能源前，他們必需瞭解，如何在成本效益下進行節能。透過中小企業的能源諮詢，可以協助企業準確地衡量公司廠房與設備的能耗。同時提供具成本效益的方法進行節能。

透過中小企業能源諮詢服務計畫，政府將補助最高達 80% 的能源諮詢費。在 2015 年 1 月起，該計畫將擴大如下：(1) 諮詢服務將擴大到所有的中小企業，無論其能耗為何；(2) 該計畫的補助將不再侷限於諮詢補貼，同時也將包含廢熱回收處理，如高溫廢熱的發電使用的策略補貼。

13. 中長期節能措施與政策對話：

德國 2050 能源效率策略的核心是新的國家能源效率行動計畫 (NAPE 2.0)。該行動計劃的目標是減少所有相關行業，即建築、工商業與運輸業的最終能耗。在這些行業中，減少供暖和製冷方面的能源需求格外重要——這幾乎佔德國最終能耗總量的 50%。NAPE 2.0 中所列出的大多數措施和工具不只能減少能耗，還能直接減少碳排放。這就是 NAPE 2.0 與為實現 2030 國家氣候目標而在執行中的工作之所以息息相關的原因。

舉例而言，該行動計畫中採用德國政府 2030 氣候行動計畫中所規定的相同能效措施。然而，它還包括用以減少最終能源需求的其他能效措施。2050 能源效率策略可處理針對特定行業和對於不同行業相當重要的挑戰、行動領域和工具。為了依計劃在 2050 年將初級能源消費降為 2008 年的一半，政府需要新的中長期解決方案。因此，聯邦政府正在啟動關於 2050 能源效率路線圖的

對話進程，其中需要受影響行業、消費者、以及民間社會與科學家代表的廣泛參與。在此進程中，參與者各方將討論跨領域工作的方式並提出實施方案，以實現 2050 年的能源消費減量目標。他們的工作亦包括考量已確定之合作方法對於消費者、供應商和決策者等參與者群體的影響。

此進程結束時會產生一份最終文件，報告將確定實現 2050 目標過程中，政策、經濟和法規方面所面臨的挑戰，以及實現目標的具體行動和解決方案的選項。此對話進程亦可激發關於特定能效措施的概念。這些新措施將有助於實現 2030 年和 2050 年的目標。在實施氣候方案或針對特定方面（如制定氫氣策略）時，會舉行其他的專家對話，而這些對話在確立路線圖進程之焦點時將被納入考量。對話進程的參與主要在兩個層面展開，在第一層，將定期舉行全體會議。在第二層上，則是按照行動領域劃分的工作小組中，對全體大會的主題進行準備與處理。

四、聯邦選舉後能源情勢

德國 2021 年 9 月 26 日進行全國聯邦選舉，最終社會民主黨(SPD)以些微優勢獲得了最多數(25.7%)的選票，而基民黨(CDU/CSU)則獲得 24.1%的選票，另外綠黨與自由民主黨亦分別獲得 14.8%與 11.5%的選票，結果意味著該國將朝向一個全新的三方聯合政府。以下將就前三大政黨於聯邦大選期間之能源與氣候變遷政策進行說明

(一) 社會民主黨

針對溫室氣體減量，社會民主黨主張德國與歐盟分別於 2045 年與 2050 年達到碳中和，其採納現行德國政府目標，擬定德國 2030 年溫室氣體減量 65%，2040 年溫室氣體減量 88%，並於 2045 年達到碳中和的目標。另主張歐盟最遲應於 2050 年達到碳中和，導入歐盟碳邊境稅，並將環境標準納入歐盟經濟條約與投資，廢除私人爭端解決機制。另外在運輸部門，則主張強化運輸部門溫室氣體減量策略，目

標 2030 年電動車達 1500 萬輛、所有新上路的公車與電動車皆達碳中和，且實現至少 75%鐵路網絡電氣化，另將使德國成為電池生產與回收中心。

主張擴大再生能源發展，透過契約與地方政府訂定具有約束力的再生能源目標，並確保所有適合的屋頂皆安裝光電，期所有市政廳、學校及超市皆安裝光電，於 2040 年達到再生能源發電 100%。另為避免電價上漲，將於 2025 年取消再生能源附加稅，改以聯邦政府預算支付再生能源補貼費用。同時建立工業規模的氫經濟，將氫氣用於碳中和的鋼鐵生產，於低碳汽車、卡車、航運、航空等領域，使德國 2030 年成為氫能技術領先國。

針對供暖系統更新，導入補貼計畫，目標在 2030 年前，導入 500 萬戶創新供暖與能源系統(如熱泵)。另調整農業推廣項目，使對環境友善的農業具有競爭力，促進小規模農業和生態農業，並將歐盟為了穩定農產品市場與保障農民收入水準所推動的共同農業政策(CAP)，從原有的土地補貼轉為氣候、自然、環境相關保護。

在環境、氣候和資源保護相關領域，擴大對中小企業的融資和信用計畫，發行更多永續發展的政府債卷，開發更多認證為永續的金融商品，並取消對氣候與環境有害的補貼。另針對轉型朝向氣候友善製程的企業，給予支持，同時確保企業的工業電價具有國際競爭力。

(二) 基督教民主聯盟

針對溫室氣體減量，同樣採用現行政府政策目標，期 2045 年達到碳中和，同時支持 CCS 等負碳排放技術研發，以因應不可避免的碳排放，另計畫導入國家氣候調適法、擴展歐盟排放交易，使其涵蓋運輸與供暖項目，支持歐盟碳邊境調整稅(CBAM 計畫)，利用貿易政策，引導各國訂定高氣候標準。另外主張德國應製造具有所有驅動技術最佳的車，並在公路運輸中使用合成燃料，惟為避免產業衝擊，將不訂定燃油汽車淘汰日期，且不對柴油汽車與高速公路限速設限，僅針對使用替代燃料的燃空運具，主張取消航空稅。

推動光電發展，鼓勵老舊風場重新供電，以更快的規劃與程序加速推動再生能源，並透過跨境合作推動歐盟風電戰略，並以碳價格合約(CCfD)作為公司氣候行動重要的工具，使用德國國內資源並善用資源再利用，減輕對能源進口的依賴，同時接受藍氫作為轉型過渡期。即早準備氫氣網絡。

在建築部門推動木材與材料回收，使建築業成為循環經濟，並透過稅制補貼，鼓勵現代化的建築節能，同時支持有機農業，將傳統農產品導入永續標籤，另針對可獲得國際碳匯的項目(如熱帶雨林)，獎勵其貢獻。

收緊國家碳價格路徑轉向歐盟排放貿易，取消再生能源附加稅，同時透過碳價格的收益，降低電價回饋至人民與企業，另將利用氣候融資，協助發展中的國家適應氣候變化，並使德國成立領先的金融中心，特別是在永續發展的產品上。

(三) 綠黨

認為現行氣候行動仍不完備，將要求所有部門訂定立即性的氣候行動，確立達成 1.5°C 的路徑，同時建立地區性的轉型基金，於 2030 年溫室氣體減量 70%，並於 2041 年前實現碳中和。另將要求歐盟改革排放交易系統，大幅減少配額，同時強化歐盟預算(如 CBAM)，擴大公正轉型基本，並為氣候損失與破壞設立國際基金。此外，亦認為運輸部門需要大力改革才能達成碳中和目標，將淘汰燃油車，制定高速公路限速 130 公里/時，限制 2030 年後僅有零排放的汽車才可以使用，並讓公共交通載客人數倍增，並規劃於 2035 年前增加 1000 億歐元的鐵路投資，藉由大規模鐵路投資，減少短程航班。

不允許新建天然氣接收站，且要求停止 Nord Stream 2 計畫，支持國內氫能製造計畫，主張氫能應由再生能源製造，且僅在必要時使用，如工業、航空、航運。

五、新聯合政府氣候與能源政策

德國於 2021 年 9 月 26 日國會大選，最終由社會民主黨、綠黨及自由民主黨共同組成新聯合政府，並於大選兩個月後，於 2021 年 11 月 24 日發布了長達 144 頁的聯盟協議，各項能源政策之重點如下

(一)擴大再生能源

為積極推動碳中和，德國政府認為將需要更多的再生能源來替代煤電與核電，並為電動車提供充足且潔淨的燃料，同時讓德國可以實施綠色氫能計畫，以減少碳排放，其主要政策包含了：

- 新的聯合政府訂定了極具挑戰性的再生能源目標，期 2030 年再生能源發電占比從 65%再拉高到 80%
- 再生能源建置速度要較過去成長 3~4 倍，政府將再次修訂「再生能源法」與其他規範(如長期電力購買協議(PPA))。另針對 20 年躉購將到期的業者，政府也會尋找其他方法，讓再生能源附近居民“適當獲利”
- 綠黨帶領的經濟和氣候部必需發揮關鍵作用，經濟和氣候政策結合起來的新穎部門將需要表明經濟繁榮和有效的氣候行動是可以調和的
- 德國新聯合政府預估，2030 年電力需求將從原政府推估的 6,580 億度，提高為 6,800~7,500 億度，更加深再生能源占比達 80%目標的難度
- 政府已提高再生能源容量目標，期 2030 年太陽光電容量達 200GW，離岸風機則達到 30GW，預計接下來德國每年都要增加 24~28GW 的再生能源容量
- 為達成再生能源目標，離岸風機裝置速度要成長 1 倍以上，而太陽光電平均每年要增加 17GW，為達成此目標，德國將推動新的政策。
- 新政府規定未來每座新的商業建築都要安裝太陽光電，新任

的經濟及氣候部長將與農業部長、環境部長跨部會協商，期推動農業區地面光電(以農電共生為主)並納入躉售費率與農業基金支持

- 將盤點 2%的土地面積用於陸域風電，既有風場如果以新的風機替換老舊風機，應無需再經過批准程序
- 再生能源擴張需要大量的資金支持，德國目前透過再生能源附加費將費用轉嫁到消費者上，惟 2023 年前將結束這種制度，改由國家預算、排放交易系統(ETS)的收益支付

(二)淘汰燃煤發電

德國終結煤炭是明確的政策，但最終會以多快的速度淘汰仍有爭論，上屆梅克爾政府同意 2038 年前結束煤電，而新聯合政府則提出，“理想狀態”下在 2030 年前淘汰硬煤與褐煤

- 德國先前已訂下 2022 年煤電裝置容量降至 30GW 的目標
- 德國政府先前已同意投入 400 億歐元來汰除煤電，但部份煤礦工作與居民反對提前至 2030 年廢煤的決議，認為這已違反較早的協議，雖然歐盟排放交易系統 (EU ETS) 不斷上漲的碳價已可加速煤電的汰除，但煤礦工人仍期待新政府對於提早八年汰除煤電的政策，給予更多的補貼。
- 依據德國的 2021 年 11 月的監測調查，能源成本上升已使德國東部礦區對淘汰煤炭的支持率下降，相較前一年支持能源轉型比例，從前一年的 61%下降為 55%；另支持淘汰煤電比例，從 56%降至 48%，反對則從 29%上升為 40%，而多數民眾仍支持再生能源，太陽光電(88%→87%)，風電(66% → 69%)，地熱(79%→78%)
- 德國東部薩克森安哈爾特州(煤炭開採州)州長表示，2030 年淘汰煤電不太可能實現，以不到 10 年的時間結束煤炭業會造成當地經濟重大的影響

(三)終止核電

德國在 2022 年 12 月將會關閉最後的三座核電廠，正式邁向非核的國家。在新聯合政府的組成下，非核的目標已幾乎是不可動搖的

- 雖然歐盟部份國家將核能視為低碳能源，並在歐盟新發布的永續金融分類法中獲得有利的投資，但德國已選擇將再生能源作為未來主要的能源
- 從 1960 年起，德國就開始為尋找最終核廢處置的場址進行漫長的討論，德國聯邦放射性廢棄物處理公司(BGE)於 2020 年 9 月的報告中，已提出 90 個可被儲存超過 100 萬年的核廢料儲存位置，希望可於 2031 年針對廠址進行投票，以利 2031 年開始建造並於 2050 年使用，預計 2022 年後將有更多的討論
- 依據德國經濟研究所(DIW)的分析，目前德國境內仍有充足的電廠，今年度核電廠的全數關閉可能導致化石燃料使用暫時增加，同時進口較多的電力，但淘汰核電不會影響電力供應

(四)電網、市場與供應安全

德國以太陽能和風能為主要的再生能源，所以升級輸電網對於再生能源占比的增加至關重要，因為煤電與核電在 2022 年將大量減少，政府已宣布將對電力市場設計進行全面改革，以應對再生能源占比的增加

- 德國過去電網擴張很緩慢，新政府希望加快電網擴展程序，以擴建電網，並於 2023 年年中提出「電網系統穩定路線圖 (Roadmap system stability) 」
- 將明確定義能源系統中的儲存設備，並定期審查再生能源快速擴張與供應安全
- 希望 2022 年有新的電力市場設計，來因應天然氣與氫能發

電，並有利於歐洲內部電力市場的整合

- 將評估產能機制和其他靈活選項，透過真正的壓力測試來監測，以確保核能和煤炭淘汰期間的供應安全

(五)工業與氫能

工業去碳和氫經濟在德國與歐盟層面都快速擴散，但他們都會受到再生能源是否足夠而影響，工業界表示，新政府必須迅速採取行動，以實現德國歷史最大的轉變

- 歐盟的 Fit for 55 對工業去碳相當重要，如歐盟碳邊境調整機制(CBAM)，以避免減排投資導致競爭劣勢
- 德國工業界希望，新的經濟與氣候部能夠為企業的去碳提供重要的協力，並為碳中和的能源提供成本減免，確保工業電價具有國際競爭力
- 促使德國成為電池研究、生產和回收中心
- 氫經濟是工業去碳的核心工作，德國希望 2030 年氫能達到 10GW 的電解能力，新政府將尋求國際能源合作，以確保綠氫與其他燃料的進口。
- 氫氣和其他去碳技術將於 4 月下旬德國的漢諾威工業博覽會中展出；同時主張氫能應該主要運用在”無法透過電氣化達成碳中和”的製程與部門

(六)運輸

德國將努力降低交通部門的碳排，過去該部門一直被視為德國能源轉型的"問題兒童"，永續交通的轉變必須快速，以使該國實現氣候目標

- 在具體減排目標中，運輸部門是聯邦條約中最薄弱的一環，許多環保主義者質疑，FDP 主責的交通部，對於永續交通投入的政策感到懷疑

- Covid 19 對運輸部門的影響是巨大的，預計 2022 年底可以看出公共運輸和私人運具是否會恢復到疫情前的水平
- 德國目標 2030 年電動車達 1500 萬輛，相關充電基礎設施也將上路，德國政府希望透過運輸永續轉型，使國家成為電動汽車領先市場
- 歐盟委員會提議自 2035 年起，針對新增的車輛，只允許碳中和的車可以上路，並主張打造汽車產業策略平台
- 德國柏林附近的特斯拉將於 2022 年投入生產，也加劇與德國眾多車商的競爭，而這些車商也都擬定了未來電動車的計畫

(七)供暖與建築

建築約占德國總排放的 1/3，之前未能實現 2020 年的減排目標

- 社民黨將主管建築部門，聯合政府主張，在 2025 年每個新的供暖系統，必須使用 65%以上的再生能源
- 訂定新建築的能耗，期望在 2025 年，相較於參考建築新建築的能耗必須降至 40%(目前為 75%)
- 希望增加再生能源在供暖領域的能源占比，擴大供暖網站，目標 2030 年，50%供暖的能源是來自於碳中和的能源
- 將協助推動「建築資源護照」數位化，來達成建築部門的循環經濟
- 新政府已承諾會支持歐盟在建築領域的減排計畫，歐盟委員會提出了最低能效標準，包括對能效最低的建築物進行強制改造。
- 為分配房東與房客因碳價要新增的(供暖)成本，新政府擬於 2022 年 6 月引進一種模型，可依建築能源等級與燃料排放貿易法(BEHG)調整碳價分配，如新制來不及上路，則由房東與房客平均分配

(八)農林

德國氣候行動法目標 2030 年農業部門從 2020 年的 70 百萬公噸，降至 56 百萬公噸。而綠黨將接管農業部門

- 預計未來將強調使農業更永續與氣候友好，可能會修改法規確保農民氣候行動
- 新政府希望通過國家荒地保護戰略，另外希望將共同農業政策(Common Agriculture Policy, CAP)的直接支付替換為支付環境與氣候服務費用，以確保農民的氣候行動、環境保護與收入安全
- 將製定長期的森林氣候保護措施，並加強氣候友好型作物生產的研究與推廣，啟動聯邦持續耕作計畫
- 透過海草草甸、藻類森林的相關計畫，提高海洋自然儲存 CO2 的能力

(九)歐盟氣候和能源政策

在歐盟，德國可能在 2022 年初被要求遵守新的規範政策，本年度法國雖然擔任歐盟主席國並將透過立法以實施歐盟的綠色新政，但他可能會將重點集中在國內的問題上，德國身為歐盟最大的成員國，有必要提供必要的協助

- 德國新聯盟政府表示，將支持歐盟委員會的提議，包含 Fit for 55 的一系列能源與氣候立法，以確保歐盟實現 2030 年溫室氣體減排 55%的目標
- 這一系列的立法包含了碳邊境稅以及運輸與供暖燃料的碳價格等，這些在不同成員國之間存在爭議的項目，在成員國與歐盟議會的談判過程中，德國必需投入大量的時間與精力來推動
- 德國表示，身為最大的成員國，將本著為整個歐盟服務的精神來承擔我們的特殊責任

- 德國將在 ETS 下推動歐盟的碳底價，並建立建築與交通部門的碳價格，如果歐盟 ETS 價格低於 60 歐元/噸，德國政府將透過國家底價，使價格維持在 60 歐元以上

六、因應俄烏局勢之能源政策調整與分析

德國過去數十年長期依賴俄羅斯化石燃料的進口，為兼顧供電穩定與淨零排放目標，德國政府計畫在向氣候中和經濟轉型的過程中，大量依賴進口的天然氣做為過渡時期的能源供應。在能源轉型期間，德國仍然嚴重依賴化石燃料的進口。主因為國內資源大多已枯竭或成本過高。

2020 年歐盟近 60% 的能源需求由淨進口滿足，德國的能源進口依存度略高於歐盟整體，為 63.7%，略低於前一年的 67%，如圖 19 所示。

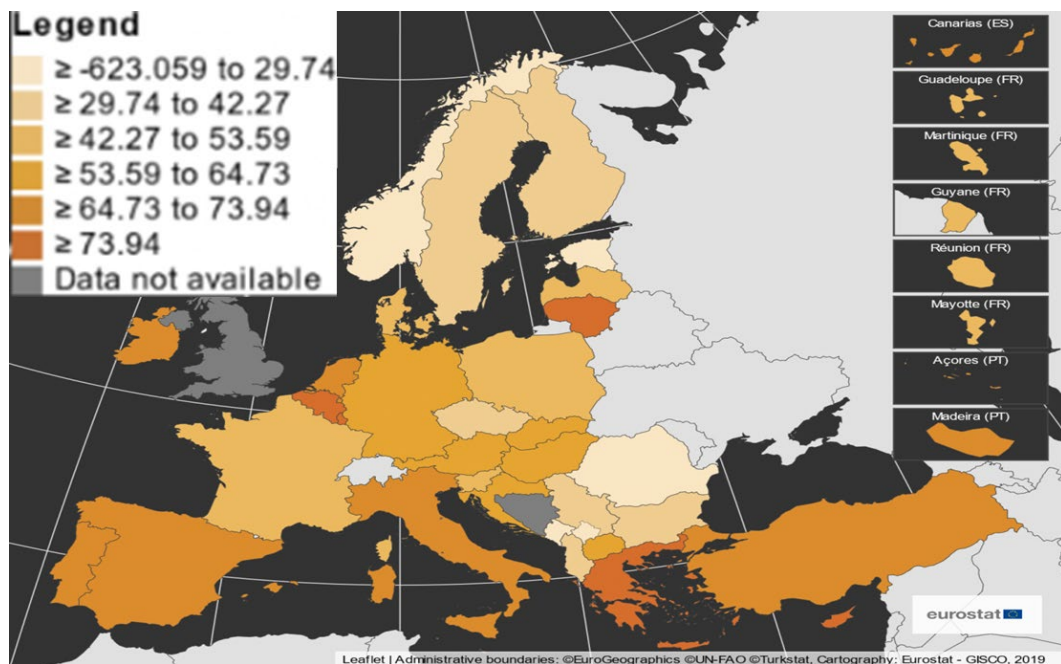


圖 19、歐盟能源進口依存度

歐盟大部份能源需求(約 60%)仍靠進口，其中石油、天然氣與煤炭的能源進口合計約占歐盟進口總額的 15%(占貿易價值的百分比)2020 年歐盟超過 2/3 能源進口是石油產品，其次是天然氣(約 1/4)，

與少量的煤炭(5%)。俄羅斯是三個類別的主要供應國(25.5%石油、43.9%天然氣及 54%的固體化石燃料)，其次是挪威的天然氣與美國的原油。如圖 20 所示。

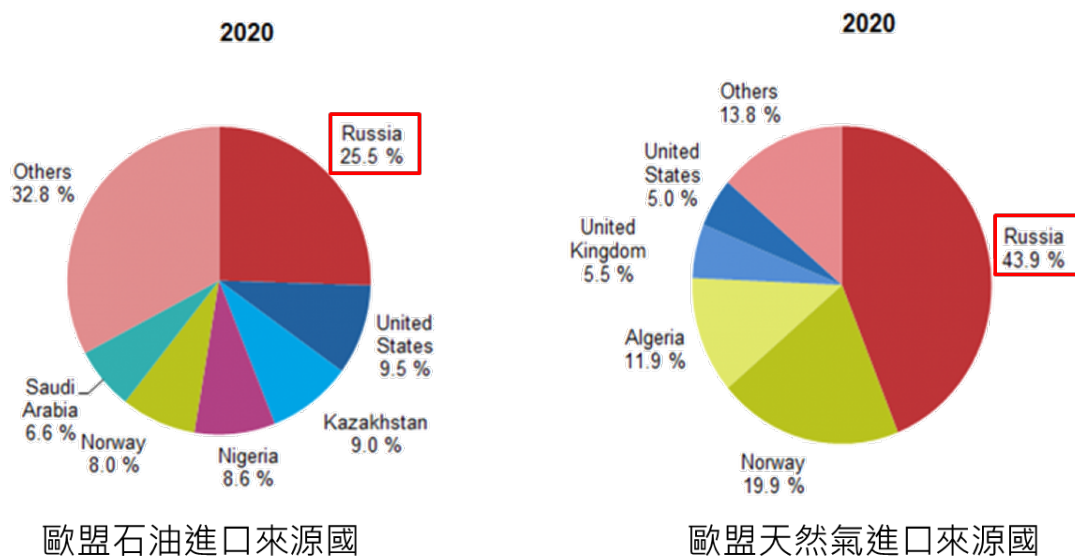


圖 20、歐盟石油與天然氣進口來源國

德國高度依賴進口能源。其中石油、天然氣及硬煤於 2020 年進口占比分別為 98%、95%及 100%。相較於 2010 年進口占比大致持平或微幅增加，如圖 21 所示。2021 年，約 35%的原油、55%的天然氣及將近一半的硬煤進口來自於俄羅斯。

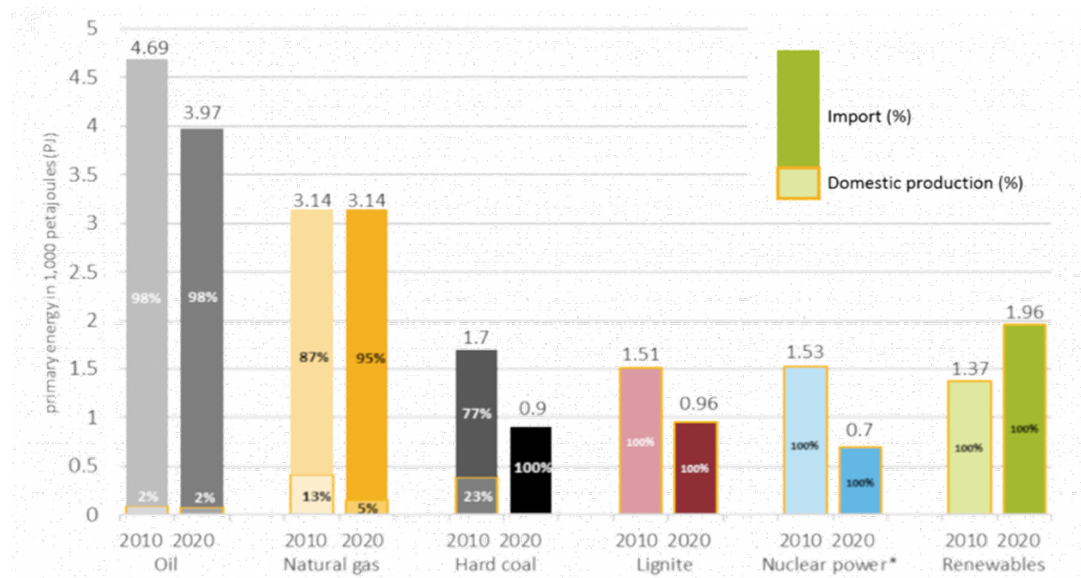


圖 21、德國各類能源 2010 與 2020 年進口占比

受到俄羅斯入侵烏克蘭，導致戰爭爆發的影響，迫使德國必須快速調整各項能源政策目標，並修正整體能源的供應戰略。德國聯邦經濟及氣候保護部(BMWK)的羅伯特哈貝克(Dr. Robert Habeck)部長表示，俄羅斯對烏克蘭的戰爭將加速德國推動能源轉型的進程，讓德國不但可以因應氣候變遷，同時減少對俄羅斯能源的依賴。自俄羅斯入侵烏克蘭以來，德國在擺脫並減少對俄羅斯天然氣、石油及煤炭的進口方面已取得重大進展。現在俄羅斯石油占德國進口量已經從俄烏戰爭前的 35%降至 25%，天然氣進口量亦從 55%減至 40%，硬煤進口量則從 50%降至 25%。以下將就其各類能源規劃分項進行說明

(一)天然氣

1. 原訂規劃：

- 德國 2021 年天然氣消費量為 1000 億立方公尺，最大消費為工業(37%)，其次為家庭(31%)與商業(13%)，發電僅占 12%。
- 德國天然氣大多仰賴進口，現在氣田已接近枯竭，2021 年天然氣 95%依賴進口，在進口的天然氣中，約 55%是來自於俄羅斯，另外挪威與荷蘭亦分別占了 30%與 13%。
- 德國 2021 年燃氣發電量為 890 億度，約占總發電量的 15.3%，經濟暨氣候保護部的羅伯特哈貝克部長希望在 2030 年後，逐步使用氫氣取代天然氣，並於 2045 年汰除境內所有燃氣發電。
- 德國將天然氣視為國家推動淨零排放重要的過渡能源，德國政府亦表示，在德國退出核能與煤炭的過渡階段，將需要幾座新的現代燃氣發電廠來確保電力供應安全，德國經濟研究所(EWI)則估計，德國要實現 2030 年廢除燃煤電廠的目標，仍須 23GW 燃氣發電廠。
- 德國在 2017 年為全球透過管線最大的天然氣進口國，而天

然氣占德國能源需求約 1/4，也是德國家庭最重要的供暖燃料。

- 為了配合國家能源轉型並獲取充足的天然氣，德國過去與俄羅斯合作，共同興建一條由俄羅斯可透過海底管線直接供氣給德國的「北溪 2 號(Nord Stream 2)」天然氣管線，惟受到俄烏戰爭的影響，德國已於 2022 年 2 月暫停使用北溪 2 號天然氣管線，俄羅斯亦於 2022 年 9 月起，宣布無限期關閉北溪 1 號天然氣管線，以表達對歐盟與德國政府的不滿。

2. 調整策略：

- 俄烏戰事催化德國重新檢討能源政策。德國除已中止素有爭議的「北溪 2 號」天然氣管線審核流程，並於 2020 年 4 月 6 日提出「復活節套案」改革電力部門法案，相較原規劃提早 10 年廢除燃氣發電。
- 於 2022 年上半年，天然氣占德國總體能源消費約 27%，主要用於供暖與工業用途，用於電力生產僅占約 15%，受到俄烏戰爭影響，德國已大幅縮減自俄羅斯進口天然氣之數量，俄羅斯進口占比已從 2022 年 2 月的 55%，於 2022 年 5 月降為 35%，並擴大自荷蘭、比利時及挪威等國之天然氣進口量。
- 為減少天然氣用於電力生產，德國也透過擴大使用再生能源與燃煤發電，大幅減少燃氣發電，2022 年 1~6 月燃氣發電相較去年同期已減少發電量 14%。而目前仍在運行的燃氣廠主要是為了區域供熱，而非電力。
- 德國現階段規劃，至 2030 年每年將使用 300 萬噸綠色氫，至 2050 年約可達 1,100 萬噸，惟其中大部分仍需仰賴多元化之進口供應。(綠色氫約占 2021 年初級能源供應 9%)
- 經濟及氣候保護部羅伯特哈貝克部長於 3 月底表示，德國預計至 2024 年年中才能停止從俄羅斯進口天然氣，目前也正

拜訪卡塔爾和挪威等天然氣生產大國，盼能提高對德國的供氣。

- 德國計畫於 2022/2023 年冬季在德國港口安裝多個浮動液化天然氣接收站(FSRU)，計畫包含租賃四個浮動液化天然氣接收站，將液化天然氣直接進口到德國，預計 2022/2023 冬季可提供約 75 億立方公尺的天然氣（約占 2021 年使用量之 7.5%），並於 2024 年夏季提供 330 億立方公尺的天然氣，長期則規劃在 2026 年前，於北部布倫斯比特爾港興建容量 80 億立方公尺的液化天然氣接收站。
- 為協助歐盟擺脫對俄羅斯天然氣的依賴，歐盟委員會主席與美國總統拜登亦於 3 月底宣布一項協議，美國將於 2022 年額外提供歐盟 150 億立方公尺(約占 2021 年使用量之 15%)的液化天然氣。
- 為因應 2022~2023 年冬季可能面臨的天然氣供應危機，在德國政府的推動下，歐盟已同意推動「天然氣需求減少計畫」，確立在 2022 年 8 月 1 日至 2023 年 3 月 31 日期間，與過去五年的平均消費量相比，天然氣需求減少 15%之目標。如果出現嚴重的天然氣短缺與異常飆升的天然氣需求，或是有五個以上的成員國提出警報要求，則歐盟理事會將會依據執委會的提議，決定是否啟動"聯盟警報"，將原先各國自願性減少天然氣消費之政策轉為強制性。

(二)煤炭

1. 原訂規劃：

- 德國 2021 年燃煤發電量為 1,626 億度，約占總發電量的 27.9%，其原訂目標為 2038 年汰除境內所有燃煤發電，並於 2020 年 7 月 3 日通過煤礦區結構改變法(Act on Structural Change in Coal Mining Areas)，並分三階段進行燃煤電廠除役：

- 第一階段(2019~2022)：2022 年前關閉境內 1/3，合計共 12.5GW 裝置容量的燃煤電廠。褐煤電廠與硬煤電廠裝置容量皆將降至 15GW。
 - 第二階段(2023~2030)：使燃煤電廠的裝置容量降至 17GW(褐煤為 9GW、硬煤為 8GW)。分別在 2023 年、2026 年及 2029 年檢視國家的廢煤路徑(coal exit roadmap) 是否在既定的路線上。
 - 第三階段(2031~2038)：2038 年廢除境內所有燃煤電廠，並於 2026 年、2029 年、2032 年進行三次審查，確認廢煤的時程是否可提早於 2035 年達成。
- 在 2021 年 9 月國會大選後，新聯合政府於 2021 年 11 月發布的「聯盟協議」則提出，「理想狀態」下在 2030 年前淘汰所有的燃煤發電。
 - 為減少溫室氣體排放並兼顧能源供應安全，德國早從 2018 年 12 月即停止國內硬煤的開採，並透過自產的褐煤與進口的硬煤做為燃煤電廠的燃料。2020 年德國進口了 3,180 萬噸的硬煤，主要來源為俄羅斯(45.4%)，其次為美國(18.3%)與澳洲(12.3%)。

2. 調整策略：

- 根據德國政府的「能源安全進展報告」，到 2022 年中，硬煤進口占比將從 50%降至 25%，並於 2022 年底，完全排除從俄羅斯進口硬煤。
- 歐盟於 2022 年 4 月則提出了禁運俄羅斯煤炭的制裁措施，預計德國將透過擴大使用褐煤，做為燃煤發電的原料。德國過去一直是全球最大的褐煤生產國，2021 年褐煤約占德國初級能源供應的 9%，並大多用於發電或區域供暖。
- 受到國家廢煤政策的影響，過去政府已提出褐煤礦場的停產

時間，惟受到俄烏戰爭的影響，為確保國家能源供應的穩定，預期未來褐煤將再次被擴大使用。

- 將在規定範圍內使用燃煤發電以減少燃氣發電：將在 2024 年 3 月之前的過渡期內，使用更多燃煤發電。
- 德國政府於 2022 年 7 月 13 日通過《臨時擴大電網儲備電廠供電條例》，允許目前做為儲備電力，約 4.3GW 的燃煤於 2022 年 7 月 14 日起重新進入德國電力市場進行供電，另原規劃將於 2022/2023 年轉為備用的 2.6GW 燃煤電廠亦可進入德國的電力市場，並維持至 2022/2023 冬季結束前。

(三)石油

1. 原訂規劃：

- 德國 2021 年石油占初級能源供應的 31.8%，石油在德國主要是做為運輸燃料，另一部份則用於私人石油加熱系統，只有一小部份是用於發電(2021 年發電占比僅為 0.8%)。
- 2021 年德國共計進口了 8,100 萬噸原油，其中俄羅斯是最主要的供應國，進口占比約為 34.1%，其餘包含美國(12.5%)、哈薩克(9.8%)、挪威(9.6%)…等共計 30 個國家向德國供應原油。
- 依據德國氣候行動法的目標，2030 年運輸部門的溫室氣體排放量相較於 1990 年必須減少將近 50%，然而 2019 年運輸部門溫室氣體排放仍與 1990 年相當。

2. 調整策略：

- 經濟和氣候部長羅伯特哈貝克在柏林表示，德國在擺脫從俄羅斯進口化石燃料方面取得了相當大的進展，預估 2022 年年底，即可完全擺脫對俄羅斯石油進口的依賴。
- 全球目前擁有充足的石油庫存，且石油進口不受管道網絡的限制，因此德國可在短時間內從其他國家獲得石油，且德國

目前已擁有 90 天的石油儲備，具有充足油料。

- 為確保電力供應的安全與穩定，德國政府於 2022 年 7 月通過《臨時擴大電網儲備電廠供電條例》，允許目前做為儲備電力 1.6GW 的燃油電廠重新進入德國的電力市場交易。
- 德國聯邦環境署(UBA)則表示，如將高速公路的最高限速降低至 100 公里/小時，並將其他道路的最高限制降至 80 公里/小時，預估可節省運輸部門燃料的 3.8%
- 長遠來看，如轉為使用電動汽車與運輸的氫能，將可使德國擺脫對進口石油的需求。德國新聯盟政府希望 2030 年電動車的數量可以達到 1,500 萬輛以上。

(四)核能

1. 原訂規劃：

- 德國 2002 年修訂原子能法，明訂德國不得興建新核電廠，既有核電廠運轉年限(排除大修期間)不得超過 32 年。
- 2010 年 10 月曾經修訂原子能法，使 1980 年前商轉之 7 座核能電廠可延役 8 年、其餘 10 座核能電廠可延役 14 年。
- 日本福島核災後，德國政府宣布 8 座在 1980 年以前商轉之核能機組永久性關閉，並於 2011 年 8 月再次修訂原子能法，明訂剩餘 9 座核電機組關閉時程為 2015 年停 1 座，2017 年停 1 座，2019 年停 1 座，2021 年停 3 座，2022 年底關閉最後 3 座。
- 2021 年德國社會民主黨、綠黨、自由民主黨共同組成聯合政府，重申 2022 年非核家園之目標不變。

2. 調整策略：

- 俄烏戰爭後，德國自俄羅斯進口之天然氣大幅縮減，為避免供氣不足影響電力系統，德國於 2022 年 3 月間進行第一次

壓力測試，其測試結果顯示，德國電力即使面臨天然氣短缺、天然氣價格飆漲、核電如期除役等狀態下，也能保障電力供應安全，因此並不建議繼續使用核電。

- 2022 年 7 月德國聯邦政府要求輸電系統運營商針對電力系統進行壓力測試，評估天然氣短缺且核電除役下，對冬季電力供應之衝擊與影響，2022 年 9 月 5 日，德國經濟暨氣候保護部宣布第二次電網壓力測試的結果，其結果顯示 2022-23 冬季的電力系統每小時出現危機的可能性很小，但仍不能完全排除，因此建議採取一些額外措施，避免出現電網壓力導致短期負載不足或電力故障之情況。
- 德國規劃既有的三座核電廠於 2022 年底全面退出電網，不會裝載新的燃料棒；但其中兩座位於南部的核電廠將於 2023 年 4 月中旬前轉為儲備電力，以備德國南部冬季不時之需。
- 惟為確保 2022/2023 年冬季電力供應的安全性與可靠性，德國議會於 2022 年 11 月 9 日針對《原子能法》修正案舉辦公開聽證會，並於 2022 年 11 月 11 日針對聯邦政府的《原子能法》修正草案進行審查，最終以 375 票同意，216 票反對，70 票棄權下通過法案，明訂 Emsland、Isar 2 以及 Neckarwestheim 2 等三座核電機組可於 2022 年底後持續運轉，並於 2023 年 4 月 15 日停止供電並正式關閉。

七、德國提出「復活節套案」改革電力部門法案

德國歷經 2021 年 9 月國會大選，並受到俄烏戰爭影響，社會民主黨(SPD)、綠黨及自由民主黨(FDP)共同組成的聯合政府於 2022 年 4 月正式提出「復活節套案」改革電力部門法案，期透過一系列電力改革法案的推動，包含再生能源法(EEG 2023)、海上風能法、能源行業法、聯邦電網法及電網擴張改革法等相關法案，致力達成 2035 年再生能源發電占比 100%的願景目標。

德國希望透過對關鍵能源議題的立法，加速推動再生能源，以因應氣候危機，達成國家溫室氣體減量目標，並減少對進口化石燃料的依賴。藉由盤點更多的國內土地，用於綠電相關設備與能源供應，同時簡化並加速綠能申請程序，以大量增加太陽光電與風力發電的裝置容量。

本次提出一系列的計畫與法案修正內容，是去年組成聯合政府期間，各政黨承諾針對氣候行動措施聯合條款中的一部份，然而受到俄烏戰爭的影響，迫使德國推動的氣候與能源政策更為急迫，德國不但要加速實現氣候目標，更要盡快擺脫對化石燃料進口的依賴，加速減少從俄羅斯進口各類型的化石能源。

本次要修正的法案包含了再生能源法(EEG 2023)、海上風能法、能源行業法及加速電網發展的立法改革草案，以下將就各修正法案的重點進行說明。

(一)再生能源法

德國再生能源法自 2000 年開始實行，迄今已運行 22 年，並使德國的再生能源發電占比從 2000 年的 6.6%，至 2021 年成長為 40.9%，2022 年 1~2 月再生能源在全國電力消費的占比更是達到 54%。德國前次修訂的再生能源法(EEG 2021)訂定了 2030 年再生能源發電占比達 65%的目標，並在 2050 年前實現發電碳中和。

新修訂的再生能源法(EEG 2023)，則提出更具挑戰性的目標，期達成新聯合政府 2030 年再生能源發電占比達 80%，並於 2035 年達成再生能源發電占比 100%，並使電力部門於 2035 年即達成碳中和的願景，同時也訂定更高的再生能源裝置容量新增目標(如圖 22)。德國議會於 2022 年 7 月 7 日以 379 票同意、281 票反對，通過了再生能源擴張的法案，惟為爭取議會支持，聯邦政府事前已放棄原訂 2035 年再生能源發電 100%之目標入法。法案預計將於 2023 年 1 月 1 日起正式生效。

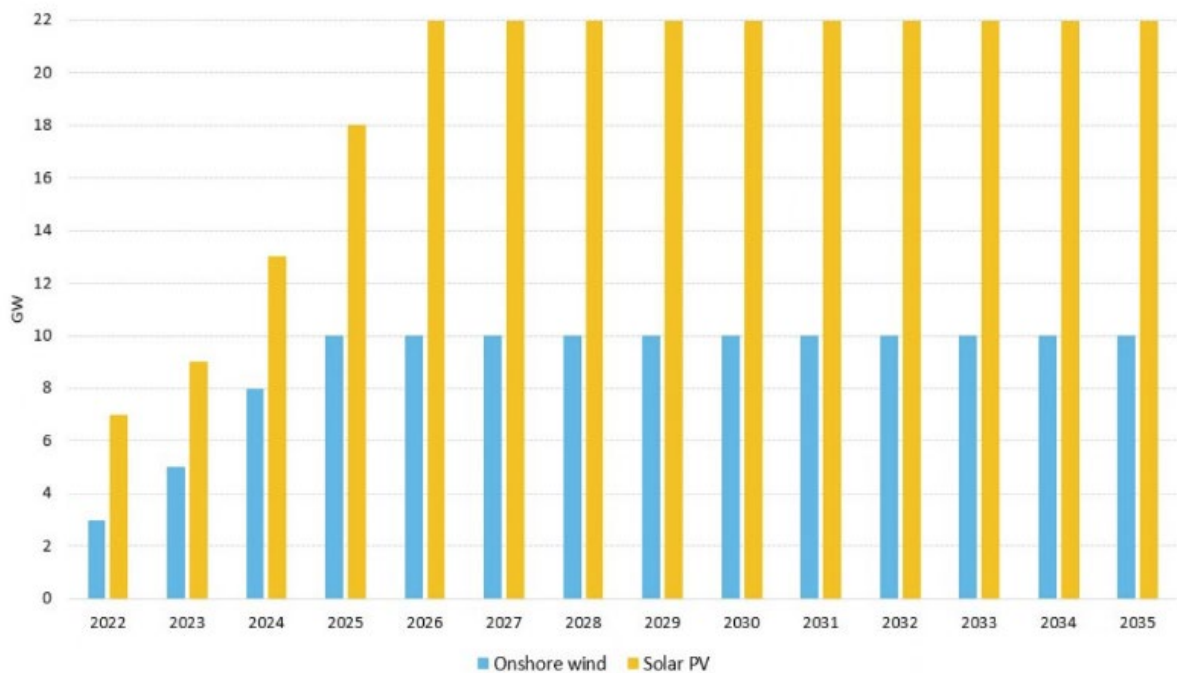


圖 22、德國太陽光電與陸域風電每年容量新增目標

德國為了實現再生能源目標，其再生能源占比必須在 10 年內成長將近 1 倍，由於未來對於產業部門的工業製程、供熱及運輸部門皆將逐步轉為電氣化，進而帶動用電需求增加，預估 2030 年德國總用電量將達到 7,500 億度電，因此未來再生能源發電量，必須從 2021 年的 2,400 億度電，至 2030 年大幅成長為 6,000 億度電。

再生能源的快速成長將有助於減少德國對能源進口的依賴，鑑於俄烏戰爭的事件，德國政府認為，能源主權已成為事關國家和歐洲安全的問題，透過該法加速德國再生能源的設置，在地緣政治和經濟層面上都是必要的。

1. 太陽光電：

- (1) 德國 2021 年太陽光電裝置容量為 69.5GW，年發電量為 512 億度，約占全國發電占比 9.3%。
- (2) 新修訂的再生能源法，訂定 2030 年太陽光電裝置容量達到 215GW 的目標，同時訂定了太陽光電每年新增裝置容量的量

化目標，希望德國太陽光電 2022 年新增 7GW、2023 年新增 9GW、2024 年新增 13GW、2025 年新增 18GW，並於 2026 年~2035 年，每年皆新增 22GW 之目標。

(3) 為持續鼓勵太陽光電發展，新修訂的再生能源法，亦針對太陽光電推動政策擬訂方針：

- 未來太陽光電的擴建，政府規劃新增加的容量目標，將平均分配於屋頂型與地面型。
- 將所有產生的電力皆併入電網的光電，其補貼金額將優於部份電力自發自用的營運商。
- 為鼓勵屋頂型光電，將給予更高的收益報酬，舉例來說，針對新設置的屋頂型光電，如將電力全數饋入電網，將獲得 13.8 歐分/度(約新臺幣 4.3 元/度)的補貼金額。
- 太陽光電至 2024 年前補貼將不再遞減，2024 年後則每 2 年調整一次。大型的屋頂型光電則將持續透過招標獲得資金，以提高屋頂光電的裝置數量。
- 為鼓勵發展新型態的光電系統，包含：農地型光電、浮動型光電以及停車場光電系統，政府將給予更多的補貼，使其增加競爭力

2. 陸域風電：

(1) 德國 2021 年陸域風電裝置容量為 56.1GW，年發電量為 920 億度，約占全國發電占比 16.3%。

(2) 新修訂的再生能源法，訂定 2030 年陸域風電裝置容量達到 115GW 的目標，同時訂定了陸域風電每年新增裝置容量的目標，目標陸域風電 2022 年新增 3GW、2023 年新增 5GW、2024 年新增 8GW，並於 2025 年~2035 年每年新增 10GW 之目標。

(3) 為確保陸域風電可持續擴展，經濟與環境部在透過協調鳥類保護與風能擴張後，將針對 16 個聯邦州制定統一的規則，提

出了有碰撞風險的鳥類清單，制定新的風機距離與鳥類保護規定，並以 4 年 8000 萬歐元提出新的”物種支持計畫”，預計可以擴建 1200 個新的風機，合計新增 5GW 的陸域風機，並將原有 5~8 年風機許可時程縮短至 3 年內

3. 離岸風電：

- (1) 德國 2021 年離岸風電裝置容量為 7.8GW，年發電量為 253 億度，約占全國發電占比 4.5%。
- (2) 新修訂的再生能源法，訂定 2030 年離岸風電裝置容量達到 30GW 的目標，並期望在 2035 年與 2045 年離岸風電裝置容量分別達到 40GW 與 70GW。同時透過海上風能法(WindSeeG)的平行修正案，增加離岸風機的招標量與擴張路徑。
- (3) 新修訂的再生能源法，針對離岸風電的新政策包含了：
 - 將透過差價合約(Contracts for difference, CfD)為預先調查離岸區域的招標提供資金，德國聯邦經濟暨氣候行動部表示，獲得競標者將取得為期 20 年的差價合約，將可減少離岸風電的融資需求
 - 差價合約的收入將納入再生能源附加費的基金帳戶，在可預見的未來，離岸風電可在沒有政府的補貼下發展
 - 提供更快速的規劃與離岸風電設置許可，並讓離岸風電與電網連結

4. 整體與其他再生能源：

- (1) 為了加快再生能源的發展，新修訂的再生能源法(EEG 2023)的原則是，使用再生能源將優先於多數的公共利益。
- (2) 為擴大整合再生能源，將持續進行創新的競標模式，並使其轉換為可變動的市場溢價。
- (3) 為同時處理氣候、環境與自然保護的問題，該法案也限縮部份再生能源，例如減少生質燃料中玉米的使用，或透過有機農業增加多年生三葉草的栽培，並在生態與效率等因素下，

停止補貼 500kw 以下的小型水力發電站。

- (4) 未來再生能源的融資需求將從「能源與氣候基金」中取得，原使用的再生能源附加費，已於 2022 年 7 月起正式取消，意謂著德國電力消費者將於下半年起不須於電費中支付再生能源附加費(約 3.7 歐分/度)，預計將可減輕電力消費者的電價負擔，平均而言，將使德國家庭每年節省約 300 歐元(約新臺幣 9400 元)的費用。
- (5) 鼓勵再生能源搭配儲能系統，依據新法規，將額外資助再生能源與氫能電力儲存的組合，詳細內容預計將於今年發布的推動細則中說明。
- (6) 生質能的推廣將更著重於擔任可尖峰發電的電廠，使生質能發揮其可為儲存能源的優勢，為電力系統在供電安全上做出最大的貢獻。同時也將改善糞便發酵的框架條件。

(二)海上風能法

德國政府希望其國家整體氣候、能源和經濟政策與歐盟在巴黎協定中承諾的 1.5 度氣候保護路徑保持一致。德國已訂定 2035 年電力供應 100%將來自於再生能源的目標，為實現此目標，需要付出巨大的努力。

由於離岸風機的安裝與併網的審查與作業時間較長，因此儘早為其訂定法律框架，並進行設計與規劃，是非常重要的。

相較於陸域風電，離岸風電具有平均運轉時程較高，發電量較為穩定等特點。同時由於近年來由於技術的進展，離岸風機的成本已逐步下降。然而為了提升離岸風電的裝置容量，政府必須優化既有區域開發模式，對離岸風電所需區域進行初步調查並推動區域後續招標、相關作業審查與執行政序。

草案主要內容說明如下：

- 明訂離岸風電的擴張目標，到 2030 年裝置容量至少達到

30GW,到 2035 年達到 40GW,並於 2045 年至少達到 70GW。

- 針對特定風場區域（集中預審區），提早進行招標，針對其餘的一般風場區域，以每年兩次的頻率進行招標。並在 30GW 目標達成後，維持風場的招標頻率，但招標量會減半。
- 調整離岸風電招標設計，針對特定風場與一般風場，實行不同的招標設計。
- 針對一般風場的招標收入，70%將做為海上電網附加費，20% 做為自然保護，10%用於環保捕魚。透過上述付款機制的導入，將有助於降低電力成本，並增加民眾與利害關係人對離岸風電擴建的接受度。
- 招標過程中針對標書的審查與評價，應在行政協議簽訂後，由聯邦海事和水文局提供。
- 為確保區域風場後續使用的效率，將發佈區域規劃、後續使用及重新供電的規範。
- 發布氫氣管線規劃和審查規範
- 未來如該區域被納入區域發展計畫，可立刻授予海上電網連結。
- 針對建造離岸風機的預計完成日，在到期前 36 個月即成為具有約束力合約的完成日期，而成為具約束力合約的 2 個月內，廠商必須提交融資證明。
- 根據該法律草案，聯邦政府將承擔進行初步審查的成本，為達成離岸風機從 20GW 增加到至少 30GW 的目標，預計 2022 年~2026 年每年所需的預算如下表

年度(年)	2022	2023	2024	2025	2026
預算(歐元)	7800 萬	8200 萬	6900 萬	5400 萬	4500 萬
預算(新臺幣)	24.5 億	25.7 億	21.6 億	16.9 億	14.1 億

(三)能源產業法/相關修正法

為了實現德國 2045 年碳中和的目標，除了再生能源的發展，電

網的擴充也至關重要，從跨產業合作的角度來看，這個是必要的，包含電動汽車與相關充電基礎設施，以及供暖行業轉為電氣化。

由於再生能源的快速擴張，以及未來核電廠與燃煤電廠逐步的關閉，為了確保電力供應穩定，並增加跨境電力交易的技術條件，將需要越來越多長距離的電力傳輸，特別是德國北部的風電，必須透過超高壓的電網，才能輸送到德國南部和西部的主要消費區域。

德國政府於 2022 年 1 月制定 2021~2035 年電力網絡發展計畫 (Network Development Plan for Electricity ; NEP)，德國能源工業法案 (Energy Industry Act ; EnWG) 已將計畫中關於附加線路措施對於加強與加速氣候保護之內容放入，同時說明有關電網擴展需求規劃的規定，並要求將計畫提交至德國聯邦政府作為聯邦需求計畫的草案，每四年提交至國會進行審查。

另外德國政府亦著手修訂電網擴張改革法 (Grid Expansion Acceleration Act ; NABEG)，希望可以加速包含電力、天然氣、電信、郵政及聯邦網絡局等電網擴展規劃與批准程序。

- 德國聯邦電網局 (Bundesnetzagentur) 於 2022 年 1 月制定 2021-2035 年電力網絡發展計畫 (NEP)，該計畫自 2021 年，由電網營運商提供初步規劃，聯邦電網局在這段時間持續進行外部諮詢與內部審查。2021-2035 年電網發展計畫主要目的在於因應煤炭與核能的逐步淘汰，朝向再生能源的轉型以及歐洲電力市場的強化，確認至 2035 年所需的電網容量擴張。電網發展計畫評估未來德國電力消費將顯著增加，主要原因分別有：電動運具的普及、越來越多的熱泵與電熱系統、電解氫以及工業脫碳。
- 2021-2035 年電網發展計畫自 2021 年開始評估與規劃，然隨著新聯邦政府的上台，宣告了 2045 年達成碳中和目標，這意味著會排碳的發電方式將加快退場速度、更快的擴展再生能源以及交通、工業等其他部門加快脫碳。雖然電氣化會使得

所有部門效率有所提升，然而這也導致電力需求的強勁增長，另外，再生能源的快速發展，尤其是風能的擴展，將伴隨著從北至南的電力運輸需求進一步增加，這已超過 2021-2035 年電網發展計畫所評估之傳輸需求。

- 為因應上述電力需求的增加以及未來再生能源的擴增，德國復活節套餐草案包括了對聯邦電網規劃的更新，以確保電網發展與規劃中的再生能源增加保持同步。在本次草案中，更新聯邦電網法以進行電網擴建，預計將新增 19 項電網擴建計畫，並變更 17 項電網擴建計畫，同時取消 1 項電網擴建計畫。這些計畫的規劃，也顯示了電網新增與擴建對能源產業的必要性與緊迫性。
- 德國 2045 年碳中和的目標也被直接納入其能源工業法 (EnWG)，而這也確實反應在其電網規劃上，氣候中和成為德國電網發展的首要目標。此外，在配電層級上，持續朝向前瞻與高效率的電網擴展目標前進，以符合碳中和之方向。最後，亦將針對聯邦電網法、能源行業法及電網擴張改革法進行調整，以簡化電網規劃與審核程序。
- 受到近幾個月電力批發價格大幅波動，部分供應商中止對消費者供應電力的影響，新修訂的能源工業法還補充了一項條款，其要求供應商如要中止對家庭客戶的能源供應，則必須在 3 個月前通知聯邦網絡局，否則將面臨罰款的處份。

(四)德國議會修正能源轉型相關法案

為推動能源轉型，德國政府於 2022 年 4 月提出一系列的電力部門改革草案，並於 2022 年 7 月上旬就草案內容與議會進行討論，惟為爭取議會支持，聯邦政府事前已放棄原訂 2035 年再生能源發電 100% 之目標。

德國議會於 2022 年 7 月 7 日以 379 票同意、281 票反對，通過了再生能源擴張的法案，同時也通過了聯邦自然保護法、陸上風能法、

海上風能法及加速再生能源擴展即時措施法等相關法案。惟由於立場較為親商之自民黨反對，執政聯盟放棄明訂 2035 年實現近 100% 氣候中和電網之規定，並在社會民主黨、綠黨及自由民主黨三黨議員與在野黨達成妥協後，會後決議其電力改革目標為 2030 年再生能源發電占比達 80%，並在燃煤電廠除役完成後，達成一個氣候中和的電力系統，同時在 2045 年前實現碳中和的目標。另 2022 年 5 月下旬，G7 會員國亦共同宣示，將於 2035 年電力系統無碳化，故預期德國政府仍會致力推動電力碳中和的相關工作。

本次修法亦新增有利再生能源發展之規定，包含了：

- 對密集用電之工業用戶，新增「工業契約」規定，相關企業可以較低成本之特別電價，購買再生能源，以鼓勵產業能源轉型。
- 新增有助於設置再生能源設施之規定，例如：於高速公路旁擘劃更多太陽能面板安裝空間、鼓勵於湖泊上設置浮動太陽能裝置，並允許永久於部分農地安裝太陽能面板。
- 提高再生能源發電招標量，以於 2030 年達離岸風電 115 GW、離岸風電 30 GW 以及太陽能 215 GW 之目標。
- 以「創新招標」方式，激勵公私協力建設更多儲能設施。綠氫也將於 2023 年首次招標，容量約 800MW，並至 2026 年前，每年招標 200MW
- 賦予各邦更多時間實現陸域風電目標；德國 13 個面積較大的邦（即柏林、漢堡、布來梅 3 個城市邦以外），可至 2027 年前（原規定 2026 年）完成 1.4% 土地面積用於陸域風電、2032 年達 1.8% 至 2.2% 之目標；且各邦允許相互交換達 50% 比例之區域，從而允許陸上風電產能較少的邦，可向其他邦支付費用，俾達法定目標。

在本次法案修正後，多數民間組織表示認同，認為相關法規將有

助於再生能源的發展與擴張，惟仍有部門團體表達了不同意看法。

- 德國太陽能協會 (BSW) 表示，EEG 2023 是政府拓展再生能源的第一步，建議行政部門後續尚需藉由創建更好的管理體制、減少繁瑣行政流程，以協助太陽能營運商的投資與排除經營障礙。
- 德國自然保護協會 (Deutscher Naturschutzring) 主席 Kai Niebert 博士即表示，取消 2035 年電力部門碳中和的目標是令人失望，烏克蘭戰爭應該提醒我們加快能源轉型，而不是放慢它。
- 德國聯邦再生能源協會 (BEE) 主席 Simone Peter 則表示，德國通過的復活節法案對於再生能源發展有許多助益，但仍然無法實現政府極具野心的 2030 年目標，政府必須儘快再推出秋季一系統的相關計畫。

八、結論與建議

我國於 2016 年修訂能源發展綱領，提出「能源安全」、「綠色經濟」、「環境永續」、「社會公平」四大綱要方針，並於推動機制中要求，訂定能源轉型白皮書，規劃未來能源發展目標、具體推動措施及政策工具，每年提出執行報告。在歷經一年半的撰擬程序，並透過預備會議、共同協作及公民對話等三階段辦理後，我國能源轉型白皮書初稿已於近期完成，提出再生能源發展、能源效率提升等多項政策目標。

依據能源發展綱領，我國未來亦將每年提出能源轉型的執行報告，確保能源轉型各項工作之進度，德國每年能源轉型檢視報告的撰擬程序與指標項目，應可作為我國年度檢討之參考。

除了定期檢討的機制以外，德國近期為因應溫室氣體減量，亦透過導入公民審議的機制，訂定了國家各部門的溫室氣體減量目標，同時透過跨黨派委員會的組成，解決了多年飽受批評的燃煤政策，並規劃透過「氣候保護法」的制定，將各部門的溫室氣體減量責任，納入

法律中。

德國於 2021 年國會大選結束後，由社會民主黨、綠黨及自由民主黨共同組成聯合政府，為因應俄烏戰爭減少對化石能源的依賴並積極推動溫室氣體減量，德國透過再生能源法修訂，提升未來再生能源發展目標，其近期已於 2022 年 11 月 3 日與聯邦海事和水文局、各聯邦政府、輸電系統營運商就離岸風電擴展所需的北海專屬區域空間規劃、環境友好擴展、海上風能法案修訂、電網連結點分配及中央政府擴增人力等項目進行協商與討論。綜觀而言，我國與德國電力結構相似，未來亦皆朝向非核、減煤、增綠之政策發展，為達成其國家再生能源發展目標，預期未來將針對各類再生能源提出更多發展規劃與具體措施，將可供我國長期再生能源政策發展規劃之參考與借鏡。

参考資料

- [1] Statistisches Bundesamt, 2022.
<https://www.destatis.de/EN/Homepage.html>
- [2] Clean Energy Wire, 2022.
<https://www.cleanenergywire.org/>
- [3] BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V., 2015. Energy Market Germany 2021
[https://www.ebeth.gr/userdata/modules/Pages/3/7/37960/BDEW%20Energy%20Market%20Germany%202021%20english%20\(1\).pdf](https://www.ebeth.gr/userdata/modules/Pages/3/7/37960/BDEW%20Energy%20Market%20Germany%202021%20english%20(1).pdf)
- [4] Fraunhofer ISE, 2019. https://www.energy-charts.de/power_inst.htm
- [5] “EEG-Umlage Was ist die EEG-Umlage und wie funktioniert sie?“, Bundesnetzagentur, 2019.
<https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/FAQs/DE/Sachgebiete/Energie/Verbraucher/Energielexikon/EEGUmlage.html>
- [6] “Daten zur Umwelt: Daten der deutschen Berichterstattung atmosphärischer Emissionen – Treibhausgase 1990 – 2017 v1.2”, Umweltbundesamt, 2019.
- [7] Strompreisanalyse, BDEW, 2019. <https://www.bdew.de/>
- [8] “Klimaschutz in Zahlen (Ausgabe 2019)”. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), 2019
https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/klimaschutz_zahlen_2019_broschuere_bf.pdf
- [9] Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, 2015. Second Monitoring Report “Energy of the future”.
- [10] Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety (BMUB), 2016. Climate Action Plan 2050 (Klimaschutzplan 2050).
http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_bf.pdf

- [11] World Nuclear Association (WNA), 2016.
<http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-g-n/germany.aspx>.
- [12] Renewables International, 2016. 1.8. Third PV pilot auction in Germany completed,
<http://www.renewablesinternational.net/third-pv-pilot-auction-in-germany-completed/150/452/92590/>
- [13] SeeNews.Renewables, 2016. 4. 11. Bidding price drops again in Germany's 4th solar auction,
<http://renewables.seenews.com/news/bidding-price-drops-again-in-germanys-4th-solar-auction-520499>
- [14] Germany's Climate Action Law, 2019/12/18.
<https://www.cleanenergywire.org/factsheets/germanys-climate-action-law-begins-take-shape>
- [15] Vote21 - German elections set the scene for key decade of energy transition, Clean Energy Wire.
<https://www.cleanenergywire.org/dossiers/vote21-german-elections-set-scene-key-decade-energy-transition>
- [16] Vote21: climate & energy in German parties' election programmes, Clean Energy Wire.
<https://www.cleanenergywire.org/factsheets/vote21-climate-energy-german-parties-election-programmes>