

WBGU

德國全球變遷諮詢委員會

給決策者的摘要

變遷中的世界 一份永續社會契約



德國全球變遷諮詢委員會成員

Hans Joachim Schellnhuber 教授、博士CBE (主席)

Director of the Potsdam Institute for Climate Impact Research, external professor at the Santa Fe Institute and chair of the Governing Board of the Climate-KIC of the European Institute of Innovation and Technology

Dirk Messner 教授、博士 (副主席)

Director of the German Development Institute, Bonn

Claus Leggewie 教授、博士

Director of the Institute for Advanced Study in the Humanities, Essen, Institute for Advanced Study of the University Alliance Metropolis Ruhr

Reinhold Leinfelder 教授、博士

Geologist and palaeontologist, focus on geobiology, integrative biodiversity and science communication; Professor at the Institute of Biology, Humboldt-University, Berlin

Nebojsa Nakicenovic 教授、博士

Vienna University of Technology and Deputy Director, International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Laxenburg, Austria

Stefan Rahmstorf 教授、博士

Professor of Physics of the Oceans, Potsdam University and head of the Climate System department at the Potsdam Institute for Climate Impact Research

Sabine Schlacke 教授、博士

Professor of Public Law, specializing German, European and International Environmental and administrative Law, Bremen University

Jürgen Schmid 教授、博士

Director of the Fraunhofer Institute for Wind Energy and Energy System Technology, IWES

Renate Schubert 教授、博士

Professor for economics at the Swiss Federal Institute for Technology and director of the Institute for Environmental Decisions, ETH Zurich (Switzerland)

秘書處科技團隊: Dr. Inge Paulini (秘書長); Dr. Carsten Loose (副秘書長); Dr. Karin Boschert; Rüdiger Haum, Ph.D.; Dr. Benno Pilardeaux (媒體與公共關係); Dr. Astrid Schulz; Dr. Birgit Soete
諮詢委員會成員之科技人員: Dr. Steffen Bauer; Dipl.-Phys. Christoph Bertram;
Dipl.-Volksw. Julia E. Blasch; Daniel Klingenfied, M. Sc., MPP; Dr. Susanna Much; Olivia Serdeczny, M. A.; Alexander Schülke, M. Sc., MPP; Dr. Niels B. Schulz; Dr. Bernd Sommer; Dr. Michael Sterner; Dipl.-Phys. Amany von Oehsen
設計、校核、助理: Mario Rinn, B.Sc.; Martina Schneider-Kremer, M. A.; Margot Weiß



德國全球變遷諮詢委員會

變遷中的世界 一份永續社會契約

給決策者的摘要

本初版物是德國全球變遷諮詢委員會《變遷中的世界：一份永續社會契約》出版摘要，報告出版自2011年秋季由秘書處免費提供。

德國全球變遷諮詢委員會 (WBGU)

WBGU秘書處

Luisenstraße 46

D-10117 Berlin

電話：+49 30 263948 0

傳真：+49 30 263948 50

電子信箱：wbgu@wbgu.de

網站：http://www.wbgu.de

編輯截至：2011年3月17日

德國圖書館書目錄訊息

德國圖書館已在德國國家圖書館列出本初版物，詳情可查閱網站<http://dnb.d-nb.de>

ISBN 978-3-936191-47-9

WBGU Berlin 2011

中文翻譯：國立臺灣大學社會科學院風險社會與政策研究中心團隊<http://rsprc.ntu.edu.tw/zh-TW/>

本報告依託的研發項目受德國聯邦教育及研究部，德國聯邦環境、自然保護、建築和核安全部委託實施，委託資助編號：01RI0708AA。本報告內容由作者承擔責任。

設計：WERNERWERKE GbR, Berlin

封面圖片：Erhard Dauber, Photographer Bochum

製作及排版：WBGU

印刷及裝訂：AZ Druck und Datentechnik Berlin WBGU

本報告根據知識共享許可協議出版。



給決策者的摘要

It's not because things are difficult that we dare not venture. It's because we dare not venture that they are difficult.
Seneca (1 BC-AD 65)

一個新的社會契約

近幾十年來，柏林圍牆倒塌、許多阿拉伯國家在持續進行民主化運動，這些現象，都再再證明世界正在持續轉型中的動態與推動力。這些朝向永續發展轉型的波動，帶給我們若干啟示：首先，若不朝永續方向發展，將會導致劇烈的崩壞。其次，轉型驅力其實早已隱藏在表面下有段相當的時間。在今天，這一點透過不僅全球價值以可衡量之方式傾向於永續有所體證。畢竟，以汲取石油與天然氣為命脈的獨裁政權（如蘇聯、利比亞）的垮臺，也讓仰賴「化石（fossil）」工業代謝的隱藏成本浮出檯面。^(註1)

以碳為基礎的世界發展模式，即便從規範視角觀之，亦難以為繼。因為它危及氣候系統的穩定性，也因此傷害後代子孫賴以生存的自然生命支援系統（natural lifesupport system）。因此，邁向低碳社會轉型的道德之必要，誠可與廢除蓄奴以及禁止童工等議題等量齊觀。

化石經濟體制在世界各地發生變化已有一段時間。德國全球變遷諮詢委員會（German Advisory Council on Global Change, WBGU）將

此結構性轉型視作世界邁向永續社會的「變」（Great Transformation）的開端。這個大轉型無可避免地必須符合在「保護地球永續的可承受範圍」之內（planetary guard rails）進行。許多長期性研究清楚顯示，全世界不斷有越來越多人期待這個邁向永續的行動，並以它作為長期的發展途徑。此外，不難體認，從日本核災事件後，我們必須要選擇邁向低碳，擯棄核能之捷徑，邁向未來。

因此，當下政治的當務之急是要克服永續轉型的障礙，同時加速變革過渡。WBGU認為，必須發展出一個長期秩序架構，以地球系統自然邊界為出發點，確保繁榮、民主與安全。尤其發展路徑必須符合國際社會於2010年在坎昆（Cancún）達成協議所規定的2°C氣候保護可承受範圍內。這個巨大的轉變必須在這十年完成，以便在2050年以前，將全球溫室氣體減少至最低量，才能避免氣候發生危險變化。^(註2)因此，時間因素至關重要。

在本鑑定報告中，WBGU明確詳盡地闡述全面去碳（decarbonisation）科技可行性的事實、概述朝向永續轉型的商業與金融模式，同時也指出若干為達成氣候友善轉型的政治工具。我們還介紹必要的轉型，包括基礎設施、生產過程、管制系統和生活方式的深遠變革，並延伸出政治、

1 編註：行政院環境保護署。〈環境詞彙：化石燃料〉。環保署環境資源資料庫網頁<http://erdb.epa.gov.tw/DataRepository/Other/GEMET.aspx>。2016/9/9檢索。

2 編註：2006年IPCC國家溫室氣體清冊指南：溫室氣體包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亞氮（N₂O）、氫氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）、六氟化硫（SF₆）、三氟化氮（NF₃）等七項溫室氣體。

社會、科學和經濟等不同領域間新型態的互動。有各種多層次路徑依賴和障礙，必須加以克服。此外，永續轉型也唯有在全世界的各民族國家，尤其是全球經濟方面，將全球合作機制置於自己的短期利益之前，才能成功逆轉不利趨勢，並邁向氣候友善與永續發展之路。從全球視點而言，這個轉型也涉及亟待解決的公正與公平議題。

因此，這場「變」絕非自然天成之舉。若要在緊迫時限內成功，很大程度上取決於如何塑造難以規劃把握的過程。在歷史上這絕無僅有，因為過去的「世界大變革」（Jürgen Osterhammell語）都是逐步演化改變的結果。

歸納所述轉型的諸項挑戰，便可清楚地看出這些變革將遠遠超越科技和技術官僚的革新：這個社會變革事業，必須建立在一個新的「實業基礎」上。亦即一個新全球社會契約：有關低碳與永續全球經濟體系的轉型。這個社會契約奠基在一個核心概念上，即為避免極端氣候變遷及其他威脅人類之為地球系統一部分之危險，無論個人與公民社會、國家與全球國際社群、或是經濟與科學，都必須一同承擔共同責任。此社會契約整合關懷的文化（生態責任）、參與的文化（民主責任），以及對未來世代負有義務的文化（未來責任）。

契約要義之一是「積極主動的國家亦即國家角色會主動設定轉型為優先次序，增加公民參與管道，並在永續相關活動中提供不同的經濟選項。社會契約還包含新形態的全球政治意志形成與合作。為此範式的佳例是成立與聯合國安全理事會比肩的「聯合國永續發展理事會」（UN Council for Sustainable Development）乃至形成由國家、國際組織、城市、企業、學術與民間組織組成的不同國際氣候先鋒聯盟。

WBGU所發展的這個永續轉型新社會契約概念，並非紙上談兵，它毋寧已存在於人們的意識

裡，好比19世紀工業化社會初現端倪一般。Karl Polanyi（1944）也歸結這個過程為「變」，並表示「現代工業化社會」的穩定與認可，唯有透過將不受控制的市場動力與創新，嵌入憲政國家、民主政體乃至諸多福利國家安排之中，才能成功，也就是透過新的社會契約才可能出現。

WBGU透過強調轉型的科技與經濟可行性、描述變革行動者、指認障礙、以及發展對此的政治與制度性解決辦法，說明過渡到氣候友善與永續的各種康得（Immanuel Kant）所稱的「可能性條件（Condition of possibility）」。WBGU希望藉此鼓勵決策者，以及經濟與社會領袖，勇於做出改變。

低碳的挑戰

氣候保護在永續轉型中特別具有重要性，因為它是永續發展的必要條件：雖然僅靠著氣候保護無法保證維護人類所賴以生存的自然生命支援系統；但可預見的是，如果無法有效保護氣候，人類很快就會失去一些根本的發展機會。

過去幾年，人為的氣候變遷已經成為社會討論的核心話題。全球已有政治共識，認為若全球急速暖化超過2°C，將超出社會的適應能力。將導致嚴重的環境危機，衍生龐大社會、經濟、政治與國家安全風險。因此，避免極端氣候變遷，已成為人類面臨的最大挑戰之一。

若要使抑制增溫在2°C以下的成功機率達到三分之二以上，那麼從今日到本世紀中葉，由化石燃料來源排放到大氣中的二氧化碳總量不應超過約7,500億噸（WBGU，2009）。倘若維持現有的排放水準，全球二氧化碳限額大約將在25年內的時間被用盡。因此亟需要快速、變革性的因應作為。在本世紀中葉前，全球能源體系必須基本達到去碳化。

世界許多國家正在朝此方向摸索，其過程是明顯可見的。其中，歐洲、韓國、中國、印尼、印度和美國的若干州，均致力於將其經濟成長與溫室氣體排放變化趨勢脫鉤。許多公司也瞭解到，在一個日益繁榮、總人口即將到達90億的世界裡，未來全球創新循環必須是低碳與資源友善的。特別是在再生能源來源及對能源與資源效率的長期投資，不僅有利於保護大氣，也能減少對化石燃料進口的諸多依賴，同時會決定未來的創新中心，並將全球經濟階層重新排序。如是重塑歷程將開闢新的希望，包括創新力很強的歐洲社會。

一個沒有核能的未來

WBGU在這份報告中指出，即便不使用核能，全球氣候保護也是可能的。去碳策略的核心必須是大幅擴張再生能源及其所需的基礎設施。同時，邁向永續能源體系的成功關鍵也在於同時完全發揮能源效率提升的巨大潛力，改變特別在工業化國家和新興工業化國家中的浪費的生活方式。

然而，目前許多國家仍在計劃擴大使用核能。WBGU急切地建議不應如此，尤其是因使用核能帶來不容忽視的嚴重損害風險、難以解決的最終存儲議題，以及不可控制的擴散危機。我們建議，以永續能源技術盡快替換現有核電廠，有明顯安全缺陷的情況下，立即關閉核電廠。汰除核能後，也不能代之以更新或擴建以褐煤或黑煤（無煙煤）為基礎之能源生產。^(註3)

氣候保護的三個關鍵轉型領域

在永續發展的範圍內邁向氣候友善的轉型，主要關注以下三個當代全球社會的重要支柱。所

3 編註：褐煤：混泥土量較大，易冒煙；生煤：台灣近期多用生煤，其雜質更多，更易冒煙。

有政治議程都應從這些支柱出發：第一，整個經濟體系所仰賴的能源系統，包括運輸部門，因開發中國家快速發展的動能而面臨新一波的成長。光是能源系統，就造成今日大約三分之二的長久的（long-lived）溫室氣體排放量。其次是城市系統，目前消耗全球最終能源需求的四分之三，而城市人口到2050年亦將成長一倍，達到60億人。第三則是土地利用系統（包括農業和林業，含森林砍伐），目前造成幾乎四分之一的全球溫室氣體排放。土地利用不只要為人口持續成長且需求日益攀升的世界提供足夠食物，還需要應付因生質能與生物質原料使用增加的成長需求。

在前述的這三個系統中，目前全世界尚遠未設定清楚的永續發展路徑。大部分政府在國際氣候協議範疇下所宣示的減排量，目前必定不足以符合2°C可承受範圍。不過，轉型動力已展開，其力道不容小覷。1970年代以來國際間對成長極限的辯論，以及對低碳發展路徑的追尋，現在已站上社會的核心舞台。這個發展為許多國家開啟了新機會，用以擴大既有低碳實驗、產業、利基與效率島，同時也為加速推動從依賴化石能源載體^(註4)轉型到低碳商業模式之經濟策略，提供了改變時機。在如是變革動態中，某些單項看似並非宏圖大略的措施，匯聚起來更能發展顯著的全面影響，並催生轉折趨勢。然而，氣候友善轉型對於這三個系統而言，仍是極大挑戰。

▶ 正因為世界仍持續在「高碳成長路徑」（high-carbon growth path）上，二氧化碳排放量快速增加，使「能源」轉型影響重大。若要遵循2°C可承受範圍，全球排放趨勢必須最晚在2020年前逆轉，否則因延遲致使後續的減

4 編註：能源載體（energy carrier）根據IPCC（2014：1261）定義：一樣傳遞機械功或是熱的物質，像是固態、液態或是氣態的物質（如生物質、煤炭、石油、天然氣及氫氣），或是加壓/加熱/加冷的液體（空氣、水、蒸氣）、或是電流。Fossil energy carrier國內慣用語為「化石燃料」，因此本篇統一名詞，以便閱讀。

量速度劇烈提升，將會超出社會所能承受。全球能源的徹底改變，也需將全球發展動力納入考慮才有可能。80%以上的世界能源供給仍是基於對環境和氣候具破壞性的化石燃料。更何況約有30億人仍未得到基本的現代能源服務。氣候友善轉型的挑戰，在於一方面要盡快讓這些人獲得現代能源服務，同時也要大幅減少使用化石燃料的二氧化碳排放量。這唯有透過能效急速增加，並促成生活型態改變，抑制總體能源需求，才能達成。能源系統去碳的必要性，意指需對各國產生採取行動的壓力，不僅針對工業化國家，也針對方興未艾的新興工業化國家和開發中國家。即使是較貧窮的開發中國家，也須中期上邁向低排放的發展路徑。依賴化石燃料的經濟成長時代，必須宣告終結。

- ▶ 而「城市化」轉型之所以重要，是因為城市化過程正是能源需求背後的主要驅動力。因城市擴張創造出新興而長存的基礎設施，會在未來很長一段時間內，對能源需求產生影響。目前，世界已有約一半的人口生活在城市中。在亞洲，城市人口在未來幾十年內將增加一倍至30億人。到2050年，生活在城市的人口很可能會有像現在地球人口一樣多。因此，將目前城市化浪潮快速導向低碳城市發展是必要的。不過，目前我們仍缺乏已經運作、獨立的低碳模範都市可供學習。此外，改造現有都市結構也相當重要；這項轉型工程曠日費時，因此更需著力。
- ▶ 至於在「土地利用」的轉型上，自然生態系統（森林、草原、濕地）被轉變成為農業用地，也是溫室氣體排放的主要來源之一。因此，主要重點必須放在盡快停止毀林和森林退化。世界森林面積，目前正以每年約1,300萬公頃的速度減少。根據聯合國糧食及農業組織（Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO）的預測，為確保日益成長的世

界人口糧食無虞，全球糧食產量必須在2050年增加70%。農業所面臨的挑戰是如何以永續方式應付農產品需求的急遽增長，包括維護生態多樣性，同時減緩從農田到消費者中間整體生命週期的碳排放。特別重要的挑戰之一，就是全球許多偏好動物性產品地區的飲食習慣都需要改變。

促進與抑制因素

從正面角度而言，許多將上述三個轉型領域中的永續過程付諸行動的替代方法已可使用。許多不同技術已在使用或正在開發中。拜現代通信技術和全球知識網絡所賜，氣候友善的創新和學習過程可以快速共享，即使是在政治意願不那麼高的國家亦復如此。政策與經濟的主導工具也廣為大眾熟知，只是若有對於創造架構相對應的公眾意願條件的話，這些工具將很快就能被採行來達成去碳目的。

轉型的財務挑戰雖然龐大，但我們認為是可控的。全球尺度上，低碳社會轉型所需的額外投資，相較於「因循目前方式繼續」所需付出的成本，到2030年，可能每年介於至少2,000億美元至1兆美元之間；而到2030年與2050年之間，還會大幅超過這個金額。沖抵這些投資的是極端氣候變遷所帶來巨量成本，兩者規模不相上下。我們可以透過創新的商業模式和融資的概念來解決這些問題。

令WBGU頗感樂觀的是，世界上不斷有越來越多人正在培養重視自然環境保護的價值體系，至少這方面被視為越來越重要。政策制定應當肯定這樣的趨勢，決策者在面對推動支持氣候保護之重大決定時，也應展現更多勇氣與決心。

然而，這些積極正向的發展仍受制於若干阻礙轉型的因素。由於政治、制度和經濟上的路徑依賴，以及既得利益的結構和否決者（veto

players) 的作用，使邁向永續社會的轉型殊為困難。依照不同方式測算，全球每年對化石能源消費補貼範圍約在3,000億到5,000億美元間。然而，這不單是大量金錢和已建立的高碳經濟之既得部門利益間相對應的問題。過去的250年來的經濟模式，其維持和管制措施、研究環境、訓練和認證制度，與社會標竿、外交、安全、發展、交通、經濟和創新政策等，幾乎無一例外要使用化石燃料來維持其運作。這種複雜交錯的系統現在必須從根本上修正，才能使能源系統去碳，大幅提升能源效率。凱因斯(John Maynard Keynes)即精準扼要地描述了這種系統性變革所面臨的關鍵挑戰：「難處其實不在於佈新，而在於除舊。」

此外，轉型還必須在非常緊迫的時段內達成，但這對複雜的社會，尤其在國際談判系統的脈絡中，是一項重大的挑戰。社會必須意願以科學所得知識的基礎上，更為前瞻性地行事。為了推動這項工作，政治、經濟、社會必須盡全力奠定如是基礎。

開發中地區城市化浪潮，很大一部分是由於高碳基礎的經濟成長所致，這是轉型過程中接下來會面臨的巨大挑戰；但也是一個難得的時機。特別是在快速成長的新興工業化國家，低碳都市轉型必須儘速完成。一方面，這對這些國家提出轉型乃至能力建設上的多項要求。另一方面，這些國家認為OECD國家始終是氣候變遷的罪魁，因此這筆預期上為推行氣候保護措施可觀的投資，當然大部分應由工業化國家來履行。這個議題迄今仍未以全球責任分攤協議獲得解決。加之廉價煤炭的易得，這種情況在許多新興工業化國家變得更加棘手。

WBGU的分析也顯示，當前全球治理機制尚未完全準備好進行轉型。這樣的情形尤其適用於三大關鍵轉型領域：能源、城市化、土地利用。此外，目前尚無堅實的氣候先鋒聯盟，以加速建

立一個「後化石燃料(post-fossil)」的跨國轉型構架。

總之，WBGU所欲傳達的要義是：邁向全球低碳社會的轉型是必要且是可行的。在某些部門、地區和國家，它已悄然展開。當務之急是，我們必須停止阻礙轉型，並要打造出有助於加速轉型的創發機制。

轉型的概念與履行策略

「鉅變」之諸項特徵

WBGU將這場全球經濟和社會邁向永續的重塑視為一場「鉅變」(Great Transformation)。生產、消費模式和生活方式這三個關鍵領域的轉型，必須使全球溫室氣體的排放在未來幾十年內降至絕對低值，低碳社會才能發展。擺在我們面前的轉型程度仍為德不卒。就影響之深遠而言，這場低碳轉型的鉅變，可與世界史上兩個根本性的轉型相提並論：新石器革命，即農牧業的發明和傳播；以及Karl Polanyi(1944)稱之為「鉅變」的工業革命，代表從農業過渡到工業社會。

WBGU的轉型策略

人類迄今已經歷若干大轉型，大多數都是演化變遷的不可控結果。而我們面臨的這場前所未有的，關於氣候友善的社會轉型挑戰之所以獨特，正因為它必須基於洞見，慎見乃至遠見，邁向全面變革。轉型必須基於對持續高碳發展的科學風險分析，因循防患於未然的原則，避免重蹈「歷史常態」，即為回應危機與災難方才臨渴掘井而改變方向。選求適當方略的重要性，已在企業、政治、科學及社會的方方面面極大地增加。

圖1(Bild1)顯示轉型可能採取的路線。為達

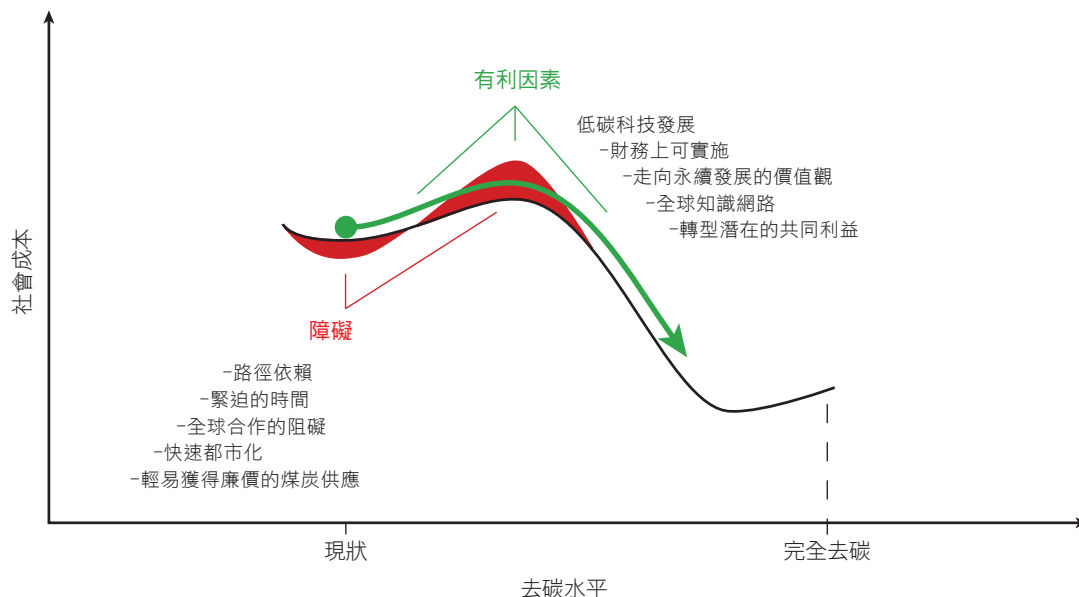


圖1 轉型地勢圖 (Erklärung zum Bild 1)

第一階段將全球現狀轉向低碳社會中難以克服的障礙，是其中漸增的社會成本，如圖1所示。這個社會成本將隨著障礙（紅色面積）的增加而上升：維持現狀的社會成本似乎較例如化石燃料補貼或未經消化的環境成本等誤導性誘因來得低。此外，需要克服的障礙看起來好像比實際上要高：雖然欲克服不同的障礙需要更多的努力，例如克服路徑依賴的高昂成本，但這些都被許多有利因素所抵消：許多低碳技術已經問世，並且在財務上是可施行的。藉著有利因素的幫助，障礙就成了轉型的墊腳石。一旦關鍵性障礙被克服，邁向低碳的趨勢也就自然順理成章。

成去碳，必須取消會產生誤導的獎勵措施，排除許多障礙。圖2則顯示低碳社會轉型的時間動態、導致轉型失敗的可能路徑，和行動的不同層次。

目前整個世界和歐洲都站在一個十字路口上。在社會所有領域都有變革行動者；在許多國家中，他們的立場甚至能為大多數人民接受。德國聯邦政府、歐盟，中國、印度、美國、韓國、日本和印尼等國的政府，都贊成永續發展，提出相應對策、「綠色成長」（green growth）模型或能源部門再造計畫。此外，過去幾年裡，我們已經見到許多不同的低排放技術在全球蓬勃發展。再生能源已成為重要的經濟和就業因素。世界許多城市，已經在實施氣候友善的未來概念。在主要的大企業方面，過去僅為企業社會責任的小部門，現已成長為「永續市場的創新中心」（innovation centres for sustainable markets）；在科學方面，邁向低碳社會轉型的研究聯盟也已

成形。

結果產生了方向正確的運動。然而，有一個殊為現實的危險，即變革與頑強守舊間的動力導致一個「套牢的僵局」（圖2 Bild 2）；邁向低碳社會的轉型也可能會因此失敗。例如，車輛能源使用效率的提升可能因車輛數量成長更快而抵消有餘，導致反彈，或者，國家雖一方面同意減少溫室氣體排放，但減少程度卻遠低於所需目標水準。再生能源的使用可能大幅地上升，但它們可能仍只是化石燃料主導下的補充，而非替代。如果這裡所談的「轉型」流於表面而趨緩，將帶來一個升溫「3-4°C的世界」，其對自然與社會的後果幾乎無法控制。現在當務之急就是要設定一條路徑，降低如是結果發生的機率。

歷史分析顯示，「多重變革的共時性」（Osterhammel, 2009）能夠觸發歷史浪潮和全面轉型。要往氣候保護新方向變革，社會動力必須透過創造不同層次的措施組合來加以落實：

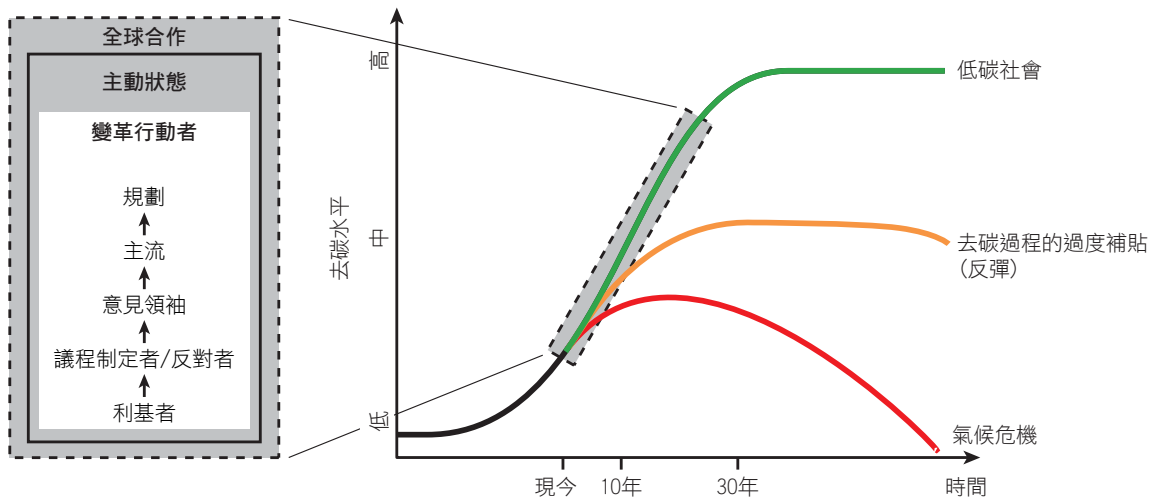


圖2 轉型的時間動態與行動層級 (Erklärung zum Bild 2)

低碳社會是我們轉型的目標。轉型核心是能源系統的去碳化。左側顯示積極主動的國家與變革先行者是關鍵行為者。變革行動者必須跳脫被邊緣化，透過廣泛吸納社會活動，增加影響力。右側則說明由方向變革到轉型的決定性行動，必須在下一個十年內發動，能源轉換才能在接下來卅年內成功。永續路徑（綠色線）展示著高碳社會到低碳社會的及時轉變。抵消低碳有餘（例如：反彈效應），會使氣候保護措施達不到效果，導致轉型失敗（黃色線）。溫和的努力只會依循路徑依賴，導致全球氣候危機（紅色線）。

- 這些措施組合以知識與共同願景為基礎，遵循未雨綢繆原則（precautionary principle）。
- 這些措施組合必須極大借力於變革先行者來推動，他們可以測試並推動排除化石能源驅動的經濟模式，從而發展新的構想或新願景，作為社會轉型的指導原則。變革先行者最初只是邊緣的倡議者；但他們可以成為一股有效的力量，決定性地驅動轉型（圖2 Bild 2）。
- 這些措施組合需要具備塑造意願的國家來推動，提供相關架構、設置結構變革節點，與確保氣候友善創新的執行，使轉型過程往確定的方向發展。具備塑造意願的國家能提供變革先行者所需的活動舞台，主動支持他們。
- 這些措施組合也必須仰賴國際社會的合作以及建立全球治理結構，成為轉型不可或缺的驅動力。

能源系統的去碳可為

永續轉型最重要的出發點，是減少來自化石

燃料的二氧化碳排放量。除了去碳，能源系統再造的第二個主要目標是克服全球的能源匱乏。

WBGU認為，無論從技術和經濟角度來看，能源系統在全球尺度上去碳是可行的。轉型的長期經濟成本僅占全球GDP幾個百分點。為使轉型成功，當務之急是大幅加速降低全球GDP中的二氧化碳貢獻比重。假定經濟成長為2-3%，並要遵循2050年不逾7,500億噸二氧化碳排放的發展路徑，那麼在未來幾年中，全球經濟中的二氧化碳貢獻比重必須加倍削減。

然而，使能源系統往氣候保護方向前進的方法不只有一種。實際能源路徑將隨國別或地區有所差異，根據不同的政治、科技、文化情況與偏好，以及各自地理特色等因素而異。使用核能與碳捕捉及儲存（carbon capture and storage, CCS），特別會因不同地區及國家-尤其是透過政策決策-有不同的發展方向。不過，WBGU建議不要使用核電，而碳捕捉及儲存對於繼續使用化石能源的國家，則是必要的氣候保護措施。若結合使用生質能源，碳捕捉及儲存也可以變成21世紀下半葉

積極移除大氣中二氧化碳的重要選項。而在WBGU建議中所重視的發展路徑，這兩種技術只能發揮些微作用。WBGU另外建議以加速再生能源使用為主的根基策略，在中期內即能滿足100%的需求。這個目標要求同時大幅增加能效。

WBGU認為，檢視世界各國不同的轉型方案可發現，全球最終能源需求到2050年時，每年不應超過400-500艾焦耳（EJ）；目前相當於每年350 EJ。^(註5)但若不改變政治方向，最終的能源需求可能增加一倍以上。因此，縮減工業化國家和經濟快速成長的新興工業化國家之需求，是一項重要任務。

善用改變中的價值理念

轉型到低碳社會一個不可或缺的前提，是成功營造低碳相關的態度與偏好。政治家必須有計劃做出能為絕大多數人民同意的變革（接受），獲得他們的支持（法性），並邀請人民合作（即參與）。有充分的證據顯示世界上很高比例的人口將保護自然環境視作其核心價值，例如1981年開始進行的世界價值調查結果（World Value Survey）、或就取代GDP作為成長指標的辯論。有一個比較廣泛的跨文化共識，即希望促成主流經濟策略的轉型，以期可嵌入永續環境管理中。因此，傾向後物質主義價值觀和永續發展導向態度的政治選擇，並不與工業社會中大多數人的意見相左。它們在尋求追趕經濟發展的新興工業化國家的意見領袖中，也很受歡迎。因為上述原因，很顯然，當要做出支持氣候保護的決定時，政策決定者必定能夠更加勇敢。民眾中認真解決這個問題的意願要比推想的強許多。

一個新的全球社會契約

新社會契約的概念，指涉人類有必要為避免危險的氣候變遷及其他對地球的威脅，承擔起集體責任。一方面，新社會契約需要主動限制過往為求經濟成長的作法，好為那些因我們不負責任的行為已深受其害的人，特別是後代子孫，留下可以轉圜的空間。另一方面，轉型需要一個藉著擴大其公民參與而達到平衡的、強大的國家角色。

社會契約的構想，最早始於現代史早期的自然法理論，而今的新版本必須處理四大挑戰：

1. 由於經濟與文化持續全球化，民族領土國家不再被認為是契約關係的唯一基礎。人民必須承受跨國界風險和自然災害的責任，並顧及「第三方」（third parties），也就是世界社群的其他成員的正當利益。
2. 傳統契約的理念預設虛構的信念，認為社會所有成員皆為平等。考慮到資源和能力在當今國際社群的不均衡分佈，我們必須建立有效的、公平的全球補償平衡機制。
3. 重構社會契約時，自然環境應更多納入考量。
4. 契約必須將兩個新的重要主角同等看待：自我組織的公民社會（self-organised civil society）和科學專家的社群（community of scientific experts）。

新的社會契約是一項變革的協議：全球公民同意期待一個跟永續發展基本條件有規範性連結的創新，而在另一方面同意放棄自在維繫既成現狀的衝動。這個虛擬契約的擔保人，就是具有塑造意願的國家，將公民納入未來決策，以達成永續目標。這又與關懷的文化（出自生態責任感）、參與的文化（民主責任），以及對未來世代負有義務的文化（未來責任）相連結。這絕不表示該契約僅僅呼籲膚淺的、甚至屈從被動的公民社

會。相反，公民社會被認為是成功轉型過程中共同承擔責任的積極夥伴動員之，使該過程具有正當性。因此，具有塑造意願的國家之概念與公民社會乃至與經濟、科學、行政創新相輔相成，不可或缺。

具重要策略性槓桿的十個政策組合： 對行動的建議

戰略視角

邁入低碳社會轉型，意謂的不外乎就是從化石到後化石社會的一個範式轉移。這個轉型須要以全社會探索過程的方式實現。儘管特定的永續目標可以被界定（如將人為的全球暖化上升溫度限制在2°C內，或是停止全球森林砍伐），但無法對國家之經濟與社會最理想的型態，作精確描述。然而，全球經濟成長的目標與方向可以透過全球所共同建構的國際組織或架構來主導。此外，絕大部分普世接受的準則（世界人權宣言、聯合國公約、里約宣言、千禧年發展目標等），也可擔任同樣角色。這些最基本的目標，也就是漢斯·約納斯（Hans Jonas）^(註6)力倡的，即當前的行動不該造成無法挽回的損害，留給未來世代去處理。換言之，留給他們的基本生存條件不應更糟，而應在可能情況下，改善其生存的基本條件。

全球性視角也要求，儘管各自文化特徵具有差異與獨特性，全球的社會發展機會仍不應該過度分馳。在里約宣言與聯合國氣候變化綱要公約（UN Framework Convention on Climate Change, UNFCCC）中所設下的共同但有區別的責任原則，意即相對於新興工業化或工業化國家來說，暫時給予開發中國家更多轉型的迴旋空間。這樣

的共識給予各種不同方略寬廣的空間，可以依照每個國家的特定狀況，每個部門與社會應該發展與依照屬於其獨特脈絡的個別轉型路徑。我們指出兩個典型、理想的轉型選項：

1. 多中心方略：整合目前不同部門和層級上致力於氣候保護的努力，且相當程度地加緊腳步。我們確信這個策略很快運用現有的方法就能實施，故而是合理實際的。若單靠某些轉型的措施，各自為政，那麼發揮的影響甚微。若能透過較精細的組合以及精巧整合，就會產生綜效，遠超過簡單單項相加效果；其影響超過既往，並可能產生超乎預期的運動。總結來說，可以達到整體社會的拐點。拐點一經突破，抵制轉型的力量即會明顯減少，必要的政治意願即會成長，籍此促進形成加速的巨大動能。
2. 聚焦方略：這是指焦點集中在少數幾個具高度轉型影響力的路經節點。然而，目前這些節點往往被大量支持者視為不實際的變革，因為它們需要與固守現狀的強大力量對壘，以求推進。然而，這些主要節點的變革卻是必要的，籍此才能達到轉型至低碳社會所需要的規模與加速度。

前述的多中心和聚焦方略都將目標放在一個「大轉型」上，故此都不同於短期危機處理的漸進政治，同時也區別於為妥協而不斷拖延的協商。

在這份報告中，WBGU提倡將這兩個方略靈活結合運用，且已有強化當前在能源、城市化與土地利用三種轉型領域上氣候保護的具體建議。若越多的小規模嘗試有了正面結果，便會引發更多參與改變行為者積極涉入、開始建立網絡，並在各不同層級上提倡改變，直到所有的工作都朝向轉型方向進行，決策者就會更受鼓舞去處理那些主要的、但大概不太受歡迎的路線變革。在現行動態的社會環境下，許多今日似乎不切實際的

6 編註：Hans Jonas為德國知名哲學家，其最知名的研究成果為責任倫理學。

措施，明日確可實現。因此WBGU以企圖心標準來分級各種不同建議，即根據這些建議可能造成的轉型衝擊及政治可行性等，作為分級依據。在我們的建議中所明確囊括的主要路線節點變革，以今日觀點來看可能仍被視為不切實際，但在長遠角度上可能會發現是不可或缺的。

對於行動的實際選項：十個轉型政策組合

當前對於轉型付出努力，其規模和速度都遠不足以避免危險的氣候變遷和不可逆轉、難以永續的全球發展風險。要達到保存全球資源永續與產生重要價值的轉折點，路途尚且漫漫。後文描述十項帶來重大轉型影響力之政策組合，可以促成加速並推廣永續轉型進程。

政策組合一：透過擴展參與機會來增強「具有塑造意願的國家」

在以轉型為核心的社會契約中，關鍵核心要素，即是在全球合作的多層級系統下，大量擴展參與的具有塑造意願的國家。具有塑造意願國家牽涉兩個常被視為分立或矛盾的層面：一方面要賦予國家權力（或培力）去決定優先順序，同時透過清楚的暗示去強化這些優先順序（例如帶有獎懲機制的解決方法）。另一方面，要給要給予公民更廣泛機會去發聲、參與決策過程，並在政治中扮演積極的角色。一個強大的（生態）國家常會被認為會限制販夫走卒的自主性，同時有人擔憂公民的恣意干涉（所謂怒民），可能干擾行政理性與常規。儘管如此，成功轉型政策的先決條件是在永續政策共同目標框架內，同時給予「國家」和「公民」更多能力。

具有塑造意願國家深植於自由與憲政民主傳統中，更基於社群及公民社會之上。此外，這還將有限資源下的經社發展侷限之因素考量進來。鑒於氣候保護常被誤解為一種限制與強制放棄，

一個具有塑造意願、激勵民眾的國家，其明確任務正在於，為保存未來世代擁有選擇轉圜的空間，進而擴大這些選擇餘地。

針對這些目標，WBGU從四個彼此交織的層次提出實施路徑上的建議：一、在實體法意義上，透過氣候保護立法規範氣候保護目標；二、憲法上，設置國家與其情境脈絡相依的氣候保護目標；三、程序上，擴大公民及公民社會組織參與決策、資訊取得和法律保護的機會；四、制度上，促成政府機關的氣候政策成為施政主流（如採取設立環境、氣候與能源聯合行政部的方式）。

前述企圖心的層級，將根據這些要素的組合而提升，作為主要措施。WBGU建議以有企圖心的減緩目標為氣候保護立法，依據是WBGU的預算規劃途徑，並於2050年達到政策組合九的規劃目標。另一項重要的立法措施則是，針對任何立法提案，引進全面、強制性的氣候衝擊影響評估方案架構。與現有計畫及批准程序不同，有關氣候保護與永續能源轉型上具較大衝擊性的方案，應該要在第一時間知會公眾，並在計畫與批准程序中，讓公眾有機會更積極參與。除現行法律救濟外，應更開啟超越個體（supraindividual）之集體行動形式的法律救濟途徑，並要允許由司法機制檢驗行政計畫的規劃及決策。此外，使用擁有「抗議權」和「監控權」的監察制度，以及相對應即時納入科學專家知識與素人專才進入反覆的審議。從WBGU的觀點，如此才能完備有關氣候保護相關決策的行政和立法程序體系。

德國從中央到地方各級政府，均應以氣候變遷做為施政主軸。德國聯邦行政主體應該在聯邦、國家和地方層級都正視氣候變遷議題。上述所有措施都具有實體法、程序法乃至制度屬性的支持（包括擴大參與、正視氣候變遷議題、氣候保護立法、氣候影響評估、擴大法律救濟），並

能將國家氣候保護的目標具體化。立法權、行政權和司法權都應在法律規範下有所作為。

國家政策目前無論在時間上或規模上都受到限制。因此，我們一定要討論如何將未來世代（假定）的利益納入當前的選舉和民意調查，以及如何在合乎跨國民主條件下，將國界之外的民眾一同納入考量。WBGU提議以審議式的「未來議院」（future chamber）的形式，延伸議會的立法程序，對於未來導向的利益，提供制度性支持。為避免利益與政黨政治介入干涉，舉例來說，議院成員可由抽籤決定。

特別是考慮到氣候、能源和環境時，國家屬性會超越國界與主權；因此，需要產生新的超國家與跨國家機構的。WBGU認為，歐盟的制度性網絡就是這種跨國家機構的主要參考案例，而歐盟終究也會因為激勵深化公民友善的氣候、環境、能源政策整合（政策組合三）而受益。雖然歐盟在氣候保護上並沒有一個核心的法律條例，但仍能對再生能源、能源效率與氣候保護等關注範疇設定實質目標。而在能源政策方面還需要再進一步的整合。歐盟要求其成員國有義務要給予公民接收環境議題資訊的管道、給予他們參與的機會，並讓他們能夠進行法律救濟。最近設立的能源總署可以說是邁向正視未來氣候的第一步，儘管這個總署尚未在能源轉型政策上承擔足夠的承諾。從憲法上來看，支持氣候保護的法源是根植在《歐洲聯盟運作條約》（Treaty on the Functioning of the European Union）中；誠然，氣候保護確實可作為一個明確的目標規定下來。

在國際層級上，必須為了轉型而建立能源、城市化與土地利用的全球治理機制（政策組合十）。雖然《奧胡思公約》（Aarhus Convention）到迄今僅限於歐盟範圍，卻是在國際社群中可以仿效的動員範例。這項公約要求成員國有義務告知公民與環境相關的方案，並且提供他們參與、

獲得資訊與合法求助的管道。

政策組合二：推動全球碳定價

WBGU認為，對於去碳來說，碳定價是最重要的政治措施，並且是任何為了轉型成氣候友善社會的管制架構之必要因素。然而，碳價必須要高到足夠滿足轉型影響所需程度，換言之，它在必須數倍高於當前歐洲排放交易價格的水準。價格或可以透過課稅，或引進總量管制交易制度，形成信號。如有制度，並可保證其貫徹力，WBGU認定總量管制交作為工具更有效率。WBGU以漸進的企圖心標準推薦實施下列步驟：

- 改進歐盟排碳交易體系（EU ETS）以及促進G20達成碳定價協議（低企圖心標準）：歐盟碳排交易體系^(註7)應繼續，簡化其行政管理，並設定積極的總量上限。為了重拾歐盟在國際環境政治上的聲譽，整個歐盟在減量上的目標應該加嚴至在2020年以前較1990年排放量削減30%。針對非固定污染源（diffuse emission）也應該導入碳定價，例如至今尚未被納入的運輸部門。同時，歐盟應遊說所有G20會員國導入碳定價政策。
- 追求碳排交易體系的連結（中企圖心標準）：與此同時，我們應當鼓勵當前碳排交易體系間的連結。加入這個連結體系的國家越多，其他國家仿效跟進的機會就越高。對於尚未引進全國總量管制的國家，應考慮先從某幾個部門開始試行。至於那些因為缺乏制度量能尚無法引進碳交易體系的國家，則可以考慮引進碳稅，會是較合適的措施。
- 建立盡可能遍佈全球各地，具有聯合碳排限制

7 編註：G20：為一國際經濟合作論壇，由美國、英國、法國、德國、義大利、日本、加拿大、中國、印度、巴西、俄羅斯、南非、澳大利亞、墨西哥、韓國、土耳其、印尼、沙烏地阿拉伯、阿根廷以及歐盟組成。

的排放交易架構（高企圖心標準）：若在全球碳交易架構中的主要高排放國家能夠迅速全面整合，將可確保達成全球排放量顯著削減。為同時在投資和消費上釋放出價格信號，碳交易應在企業層次上進行。這樣的碳排交易計畫需要高標準的國際合作，同時必須基於公平分配原則，如參照WBGU（2009）的總額分配方法（budget approach）^(註8)所提出的建議。

政策組合三：提出歐洲共同的能源政策

歐洲共同的能源政策目標，應是在本世紀中旬前完成能源系統去碳化。為此，WBGU建議要持續且大力支持再生能源，支持經過協調、快速擴張的電網基礎設施、電網併聯和貯電設施，同時也支持為促進鄰國如挪威或北非國家間整合，做出歐盟強有力外交與能源發展政策（development policy）。如是歐盟能源政策會有極重大的象徵性影響，並會強化歐盟國家在具未來導向的關鍵領域，採取聯合行動的承諾，提升歐盟的競爭力，並在全球經濟中扮演啟發性的角色。WBGU以漸進式的企圖心標準，提出下面的三個步驟：

- ▶ 強化「氣候保護」目標，並詳細闡述現存的政治措施（低企圖心標準）：為確保在所有歐盟政策影響的領域中都能包含各種可能的去碳考量，歐盟應該明確界定氣候保護之目標，同時賦予氣候保護象徵上和憲法上的支持。相較目前歐盟再生能源指令中所設定2020年的政策目標，應更進一步提出更具企圖心目標，設定在2050年以前達成：一定要制定氣候保護目標，

8 編註：WBGU認為通過一項具有約束力的國際協議極為重要，該協定須為全球氣候保護確立一個有根據的目標。目前的任務在於建立這樣的共識，並達成一致，將相關科學知識轉化為一項公正及可確實行動的全球戰略，以對抗全球暖化。然而，到目前為止，參與談判的國家間缺乏一致地意見，意味著沒有明確的主旨可達成協議的方向（WBGU, 2009: 7）。

同時訂定具有強制力的能源效率目標。對於再生能源的金融支持，應當在全歐盟層級上獲得更好的協調，並確保其為長期性與統合性（政策組合四）。這些具體條款應該伴隨著監管範圍的延伸，舉例來說，像是引進歐洲集體法律訴訟。

- ▶ 實現歐盟單一能源市場（中企圖心標準）：為確保整個歐洲大陸的永續能源供應，WBGU強烈建議推動實現一個單一歐洲能源市場，以提供再生能源較好的支持。獨立的電網營運商會確保得到不受限制電網併聯權。不受限的電網併聯權與跨境網絡對於再生能源與現存電網的有效整合，是不可或缺的。這是讓價格統一的單一歐洲能源與天然氣市場能夠發展的唯一方法。
- ▶ 在歐盟基礎上之全歐洲能源策略（高企圖心標準）：歐盟應當將整個歐洲大陸的再生能源潛力集中起來，將不同地理與經濟條件能夠生產與貯存再生能源的差別性條件一併納入考量，以提升其成本效益。除促進現有架構間的協調外，還需提出電網擴展的聯合計畫，其中包含確保必要資金。WBGU建議德國聯邦政府支持擴大歐盟立法機關，讓歐洲能源策略能夠界定並實施。其中包含對個別能源載體，以及對跨境基礎設施的重建與擴張的界定與實施，以便在2050年時再生能源達到極大化，達成歐盟範圍內去碳化的能源系統。

程序上，我們建議歐盟與其成員國間彼此分工：歐盟能對於能源組合和基礎建設擴張與重建的基本方案，提供法律架構。確實的法律架構、針對基礎建設相關方案的計畫，與應用程序的實施，則應賦予為每一個成員國的任務。

政策組合四：透過政府躉購制度加速推動全球層級的再生能源

若欲使轉型速度達到氣候保護、並避免對化石能源科技之路徑依賴帶來急迫的風險，唯有透過加速與增加再生能源的使用才可能達成。因此WBGU建議德國聯邦政府，無論是在歐盟或全球層級上，強力支持各國建立躉購制度作為政策工具。最重要的配套措施就是擴展基礎設施，尤其是興建大容量輸電網與貯存設施，因為擴展基礎設施為加速擴大再生能源創造重要先決條件。同時，對於化石燃料的補助應當逐漸淘汰，目前對化石燃料的補助較再生能源高出數倍。這樣的比例應盡速翻轉。

- 逐步統整躉購制度：首先，歐盟應該致力於爭取一個約束歐盟成員的內部協議，將政府電力躉購制度引進成員國，並逐漸調合不同國家的政府電力躉購制度。然而，各國電力躉購制度想要完全調和無法一蹴而就，因為歐洲電網的輸送能力遠遠不及，以保障再生能源於某些特定的較適合地點得以有限度的擴展。一旦電網系統順利到位，一個經協調的適用於全歐盟的政府電力躉購制度將會成為明智的選擇，並且應當已準備就緒。再生能源也應當排在全歐洲躉購制度的最優先地位。躉購價格應當考慮到改變中的市場條件，所以關稅也應逐漸下降，就像科技普及化後成本可降低一樣。從早期階段開始，就應嘗試將北非納入全歐洲的政府電力躉購制度系統中。
- 推動躉購制度在全球的普遍接受度：德國應該扮演躉購制度的先驅，並站在既有實際經驗的基礎上，強化這種系統建置的知識轉移。國際躉購合作組織（The International Feedin Cooperation, IFIC）無論是在財務與人員編制方面，都應獲得更多支持，形成推動進一步發展的卓越育成中心，吸引更多國際利益合作。此外，

德國聯邦政府應該發起鼓勵全球採用躉購制度的倡議。2012年的聯合國永續發展高峰會（United Nations Conference on Sustainable Development, Rio+20高峰會）^(註9)會是一個適合推動此倡議的場合。聯合國大會宣布2012年為國際「所有人皆能享有的永續能源年」（International Year for Sustainable Energy for All）。在這項倡議範圍中，可能將提出工業化國家與開發中國家間的雙邊合作關係，包含在建置能力與資金條件上的援助。另外應設立國際融資機制，以提供開發中國家躉購制度系統所需的（共同）資金援助。擴張必要的基礎建設所需資金，像電網和儲存設施，也應一併納入考量。國際再生能源總署（The International Renewable Energy Agency, IRENA）應能作為這個倡議管理和協調的運作平台。支持躉購制度的倡議與系統應在本世紀中旬前逐漸停止運作，此後再生能源則很有可能即便沒有補貼，也變得極具競爭力。

政策組合五：在開發中與新興工業化國家中促進永續能源供應服務

若要嚴格遵守2°C可承受範圍，那麼對於在開發中與新興工業化國家的溫室氣體排放路徑，能夠調度的空間就會非常有限。這些國家需確保在2030年能提供所有人取得現代化的能源供給的行動，需要支持。他們建立永續的能源基礎建設（AGECC, 2010）的行動也需要獲得支援。如果這些國家無法成功達成目標，就會產生難以對抗、代價極高的高碳能源系統路徑依賴的風險，而這種狀況將會繼續持續數十年之久。WBGU以

9 編註：聯合國永續發展會議（United Nations Conference on Sustainable Development）為聯合國在2012年6月20至22日所召開的重大會議，會議中提出政治承諾、未來十年的發展議程和永續發展目標（Sustainable Development Goals, SDGs）。由於該會議接續1992年同樣於里約所召開的聯合國環境與發展會議（United Nations Conference on Environment and Development, 即地球高峰會），因此被簡稱為Rio+20。

漸進式的企圖心標準，提出下面的步驟：

- ▶ 調適概念與策略（低企圖心標準）：對抗能源匱乏的目標應更深地建立在所有發展政策計畫程序之中。WBGU也提議世界銀行（World Bank）應該以2°C可承受範圍做為要求底線，發展出一套能夠測量的、精密的策略來進行低碳轉型。在實施全球去碳策略及支持低碳基礎設施建立期間，區域的發展銀行也應該扮演更顯著的角色。發展合作應當在這個基礎上設立實質的能源政治目標。
- ▶ 擴大鄉村地區能源使用的現代化（中企圖心標準）：提升既有科技的使用，是改善數億人民生活品質的一個快速且低成本的方法。在生質能使用上的有效優化，將使用各種不同能源改以電力和天然氣為主，對於對抗能源貧窮是相當重要的。除降低貧窮以外，歐洲發展合作計畫（European Development Cooperation）應系統地由低碳成長目標來引導。特別是在撒哈拉以南的最低度開發國家以及南亞，歐洲發展合作計畫應該要致力貢獻於低碳基礎設施的建立，因而支持這些國家在氣候友善上的成長。
- ▶ 盡快開始大規模的實施，並加速之（高企圖心標準）：歐盟應該提供策略「去碳夥伴關係」給開發中與新興工業化國家，以超越當前歐盟氣候相關合作夥伴範圍的低碳能源系統建設。WBGU建議應快速大規模地充實現有示範計畫，創造條件，使其範本擴展、加速與複製。一項具體作法是擴大非歐能源夥伴（Africa-Europe Energy Partnership），發展深入至非洲更南部的沙漠技術（Desertec）潛力。G20應利用Rio+20會議為此發出明確信號。

政策組合六：帶領當前世界快速都市化現象朝永續發展

城市在轉型過程中具有關鍵作用，尤其因為城市的初級能源消費量約佔全球四分之三，且仍在持續上升。對於當前迅速成長的城市結構，如在亞洲，一定要阻止高碳路徑依賴，因為這種路徑依賴會阻礙低碳發展達數十年之久。因此低碳城市的議題也應盡可能在國際政治議程中取得盡可能高的地位。後續建議都是重要作法，不過還遠不足以對應這個艱鉅挑戰。WBGU在漸進的企圖心標準下，提出下列措施：

- ▶ 改善全球交流與資訊（低企圖心標準）：首先，藉由全球城市化趨勢的定期進度報告，建立基礎的科學與研究方法。針對所有相關要角和部門，包括直接與間接的排放，都應發展評估城市溫室氣體排放強度的可驗證方法與標準化說明。因此，聯合國人居大會（UN Habitat）應進一步提升，其設定標準的角色應被強化，員額也應大量增加，直到最終進一步地發展為引領永續城市發展議題的核心組織。
- ▶ 發展與導入低碳城市科技與計畫（中企圖心標準）：一些特別適合在城市區域使用的科技，與針對再生能源的不同運用方式，應以特殊計畫形式得到強力的支持（如聯合國、世界銀行或雙邊政府合作的例子），並納入在「為永續城市化的緊急計畫」的範疇。德國應更積極地參與國際科技合作。此外，現有的倡議行動、城市合作、締結姊妹市以及支持者協會等的網絡都應強化。其中，面向氣候變遷無可避免作出調適行動，應是重要優先要務之一。永續城市與區域計畫是迄今在轉型管理中受到忽視的關鍵議題；它們應在發展合作與發展銀行計畫（全球訓練倡議、能力建設）中扮演更重要的角色。此外，世界水壩委員會（World Commission on Dams）或可作為建立「世界低

碳都市計畫委員會」(World Commission on Low-Carbon Urban Planning)的模範。在這個企圖心標準上，WBGU建議可透過強力指令在聯合國中設立推動永續城市化的專門機構，而聯合國人居署會將成為其一部分(政策組合十)。

- ▶ 發起大規模的標竿計畫與倡議行動(高企圖心標準)：世界銀行應該支持將「氣候中和(climate neutral)的巨型城市」作為目標，並特別有企圖心地實施減緩策略，讓區域內的投資總額能達到數千億。WBGU也相信德國應倡議一系列組合的歐洲行動，這些信號效應可帶動亞洲的低碳城市化發展。在歐洲與德國也是同樣的情況，應創造有利於變革行動者的模範地區及其實驗場地，以測試低碳運輸與城市發展的各種有企圖心的想法。模範區域可以是柏林大都會區，特別是在柏林地鐵輕軌系統(S-Bahn)的區域內或是在「2020國際建築展(International Building Exhibition, IBA)」的範圍之內。

政策組合七：提升氣候友善的土地利用

任何全球永續土地利用政策的首要任務，一定是為約十億營養不良或不足的人口確保食物供給。此外，動物性產品的佔比以及能源與產業所需的生質料持續成長，導致對農作物的需求正在升高。同時，現在本已是稀有商品的可耕地，因土壤退化、水資源短缺以及持續增長的氣候衝擊，導致土地爭奪更為激烈。對於因土地利用造成的溫室氣體排放，必要的減緩則是另一項挑戰。正因為上述理由，全球土地利用的轉型是未來的核心任務之一。

- ▶ 建立「全球永續土地利用委員會」(中企圖心標準)：在國際政治議程中，一定要將土地利用列為較優先的議題，同時提供更強有力之制

度性基礎。WBGU為此重申其先前的建議，即為達到這個目的，建立一個新的「全球永續土地利用委員會」，授之以整合與土地利益相關的綜合管理權限，提昇這個議題的位階，遠超過僅關注農業或食品安全的議題(WBGU, 2010a)。之外，該委員會應有下列職責：1. 決定當前有關全球土地利用的科學知識內涵；2. 設立目標，積極投入倡議行動鼓勵氣候友善的飲食習慣；3. 針對所有生質產品發展最低限度的永續標準，為全球土地管理開發不同的選項。

全球約四分之一的溫室氣體排放可以直接歸因於農業與土地利用的變化上。這些排放雖可減緩，但土地利用系統卻無法完全變為零排放，特別是因為使用氮肥料造成的氧化亞氮。若缺乏在土地利用方面明顯的貢獻，很難達到氣候穩定。因此，減緩溫室氣體排放應成為全球及整合土地利用新策略的核心要素。其中最重要的出發點是森林管理、農業生產，以及飲食習慣。在這三個項目下，建議其分別的企圖心標準如下：

- ▶ 阻止砍伐森林與朝向永續森林的轉型管理：對於氣候友善的土地利用其核心目標即為阻止砍伐森林和破壞性的土地利用。「減少毀林及森林退化造成的溫室氣體排放」(Reduce Emissions from Deforestation and forest Degradation in developing countries, REDD+)作為國際重要對話平台，REDD+夥伴關係應用以應用推動生態與社會最低限度標準(低企圖心標準)。此外，WBGU透過主要的「森林國家」概念，形成策略聯盟(WBGU, 2010b)，並重申其前述建議，在森林管理領域擴大合作(中企圖心標準)，以達到永續森林管理，及REDD+計畫的技術與行政管理條件之聯合發展與測試。特別需要注意的是泥礫地的保護與復原(通常採用造林的方式)。應強化聯合國氣候變化綱要公約下的REDD+之多邊協議，

創造一個具全球架構的法律約束機制，並提供長期規劃的安全性（中企圖心標準）。

- ▶ 支持氣候友善農業：全球農業應以永續的方式下滿足食物、生質能與作為工廠原料的生物質快速增長的需求，於此同時也必須顯著地減低溫室氣體排放。發展政策該處理這樣的挑戰，並鼓勵針對農業的永續、強化氣候友善，進行投資與獎勵。在本世紀中旬前，把收成後農業損失減半，也應視為一個目標。同樣，對於永續生質能產品在最低限度標準上的國際共識，也應盡速達成（中企圖心標準；WBGU，2010a）。
。WBGU再度強調在世界貿易組織（World Trade Organisation，WTO）下，全球農業貿易特別具有更快速與更廣泛的自由化價值。歐盟與其他OECD國家的農業補助應加速降低，而開發中國家的市場通路也應加以改善。自由化對於較窮的開發中國家所造成的負面衝擊，應透過國際金融援助予以彌補（高企圖心標準）。
- ▶ 推廣氣候友善的飲食習慣：除家戶的食物浪費外，另一項極需優先關注的是，改變偏好肉食的飲食習慣。總體來說，全球已有大約有四分之三的農用土地用於生產牲畜的產品，是伴隨人口成長的土地利用中，最重要的動態因素。成功引導這些需求改變會有極重要的轉型影響，也因此被視作「高企圖心標準」。WBGU建議應加速教育，並搭配食物標籤來識別環境衝擊，可作為迅速施行的措施。公營機構經營的餐廳應以身作則，訂定一週內一至二天的無肉日。歐盟對於牲畜生產的補貼應盡快淘汰。由於這些衝擊的實質影響力，在稅制改革內，將食品的碳排放強度作為農產品課稅標準之一，這個可能的做法應予檢視。

政策組合八：鼓勵並加速對低碳願景的投資

轉型至氣候友善社會需要在永續能源與土地利用系統進行大量的額外投資（一年幾千億美元）。因此，國家政策目的一定要放在如何讓投資低碳科技更具吸引力，同時排除目前造成誤導的獎勵措施與投資障礙。在四個領域中所建議的企圖心標準，以及其在政策實施上的緊迫性，視各國家發展層級而定（工業化、新興工業化、或發展中），因此企圖心標準未作明確指明：

- ▶ 為氣候友善投資提供穩定的架構條件：投資低碳科技與基礎建設最重要的先決條件，是長久、穩定的氣候與能源政策架構條件，並設定有企圖心目標，例如在氣候保護立法或去碳策略的範圍之內。除碳定價和淘汰化石燃料補貼外（政策組合二），應該准許特定的科技補助，並將效率標準引進建築、運輸工具與耗能產品上，或使其標準更加嚴格。在過渡期間，例如對於永續性與永續資產的投資，稅務誘因應在一定期間作為額外的措施。
- ▶ 在國家層級上開拓新的資金來源：具企圖心的碳定價與淘汰補貼都是轉型的重要資金來源。對開發中與新興工業化國家進一步相關的是，在聯合國氣候變化綱要公約範圍內的財務轉移。為達財務轉移的目標，綠色氣候基金（Green Climate Fund）應當立即成為一個有約束力的機制，提供獎勵補助，不需償還。這筆資金應提供給開發中與新興工業化國家中的減緩措施，這些措施都策略性地整合為去碳路線圖中的一部分。既有多邊資金對開發中國家減緩計畫的補助，也應增加。為減緩、調適、技術移轉與能力建構，目前工業化國家已同意在2020年前生效的資金，應再得到額外的官方開發援助（Official Development Assistance），並增加至每年一千億美金。在國際海運與航

空業上的稅收，與國際金融交易稅額收入，也能產生更多資金。全球碳排交易系統（政策組合二）成為轉型的國際財政工具是極具前瞻性的。

- 強化鼓勵私人投資的機制：投資中有一大部分將來自非政府來源。我們可以這樣假設，對於許多國家來說，由於歷史上有較低的淨投資，卻有較高的私人利潤，因此有大量的私人資本存在；德國就有相當強有力的實證數據能提供佐證。應透過合適的架構條件與政府措施來刺激這些資金的流出，以提升投資報酬率（例如低利息貸款），並將風險降至最小（例如信用擔保）。在單一國家或是歐盟層級上，WBGU 倡議建立綠色投資銀行以鞏固現存補助。綠色投資銀行應對於具有長遠投資視野（例如退休基金和保險公司）的機構投資者，提供吸引人的條件。為強化創投與股權資本市場，可以引入相關優惠稅制，或綠色投資銀行也可建立新的創意投資基金。發展銀行應該增加再生能源與能源效率領域中的一般貸款，並透過共同資助的氣候投資基金予以擴展，尤其應透過槓桿作用來鼓勵額外、私人投資。目前在德國發展合作中的小額融資途徑，推動再生能源的分散式能源發電方式應予增加。WBGU 考慮到清潔發展機制（Clean Development Mechanism, CDM）恐有侷限，因此建議限制此機制適用在最低度開發國家。這些國家應強化發展面向，並涵蓋計畫及相關部門的措施。
- 鼓勵新的商業模式：如果傳統買方-賣方的商業模式轉變為新融資與所有權結構的模式，那就可以分擔獨立投資者的初期高額投資。這將讓企業提供其客戶在特定範圍內的投資組合（如運輸、住宅、生產與消費），包含各種服務和實際資產，而非只有實體商品。汽車共享與提供能源合約的能源服務業就是一個例子。合作社也可用來爭取更大的投資。為促成重要的

轉型成果，新商業的模式一定要變得廣為接受，並處處可見。

政策組合九：國際氣候與能源政策

能源發電、運輸和生產的基礎設施皆具有很長的使用壽命，所有這些基礎設施轉換和擴建項目，均需以氣候保護為目標。由於大部份額外的能源基礎設施，都將建置在開發中和新興工業化國家，因此僅限於發達國家的氣候保護計畫無濟於事。就是說，為確保在氣候友善發展上的必要資金也能運用於較貧窮的國家，全球合作是有其必要性的。所有國家都具有獲得氣候保護技術和相應專業知識的管道。國際氣候和能源政策是個共同論壇，促成全球各國對轉型目標和企圖心形成共識。在聯合國層級上對平衡全球的公平性進行談判應是最佳方案。雖然有些運作目標，像氣候保護的相關知識和共享技術，可以在全球層級推動，但強化與制度化現存支離破碎的國際能源政策和氣候政策，應該尋求加速系統性技術轉移。

國際氣候政策

國際氣候政策的倡議和現實間的差距，正進一步擴大當中。在坎昆氣候會議上的協議中，已經確定以全球低於工業化前水平 2°C 的暖化限制，作為長遠目標，並同意迫切需要採取行動，相關檢視步驟也須進行。然而一個具國際約束力義務且有效的排放目標制度，似乎已經被放到了次要的地位。目前，氣候保護依賴國家自身限制排放的自願承諾。現階段這些承諾完全不足以實現 2°C 可承受範圍的協議。WBGU 提出一個國際氣候政策，每一個目標都極具進步的企圖心，以下步驟分別是：

- 具國內承諾與檢核機制之有企圖心的單邊目標（低企圖心標準）：最低的目標，至少應在國

家的承諾和檢核系統中（自願且國際核實的氣候保護措施和償付），有較高減緩企圖的目標，直到這些國家能達到2°C可承受範圍的標準。WBGU建議德國和歐盟減緩水準應或多或少參考WBGU（2009）提出的總額分配方法（budget approach）。為遵守2°C可承受範圍，需要在2020年前，全球溫室氣體排放每年不超過440億噸的二氧化碳當量。按照德國在全球人口佔比，2020年排放量必須較1990年時減少56%。減少自身排放量，並累積轉移的資金，即可達到此需求。例如，依國內排放量趨勢即可減少40%左右，清潔發展機制（CDM）還可以協助一小部分減碳，其餘部分則由金融和技術的轉移支付數額，約每年40~80億，這將允許其他國家額外減緩2億噸二氧化碳當量。整個歐盟的減量應設定為約40%以符合其減量責任，在區域內大概可實現30%，再加上每年在其他國家的融資和技術轉移價值約110~220億歐元。這些金額都不包括為氣候變遷適適或者氣候變遷所造成的損害賠償，所需氣候融資和技術轉移。此外，為達全球氣候保護目標，如果全球減量責任平均分攤到每人身上，那些目前排放量仍然很低，但呈現動態成長路徑的國家，應儘速在2020年前，就必須瞄準排放水平明顯低於原先預期的發展路徑。他們應支持上述提到的，從高排放國家的資金和技術轉移形式。在這個過程中，實際上達到的減排量應持續與各自國家的減緩潛力相一致才行。取得綠色氣候基金與否的一個先決條件就是發展適當的去碳路線圖。在坎昆所達成的技術機制提供全球進展一個很好的起點，以促進氣候友善技術的擴散，並應盡快使其付諸實行。所有國際上技術轉移所包涵的面向，都應該考慮進去。與此相對應，德國和歐盟應積極參與長期、明確的全球減排目標。

：許多國家正準備超越承諾和檢核。透過聯盟，無論是在聯合國談判進程的框架內或獨立於它，歐盟都應協助達成具企圖心的部分氣候保護協議。例如，這類的次全球聯盟可以在保護森林、建立氣候友善的基礎設施，或幫助建立驗收排碳權的交易制度上，扮演重要角色。但除這些聯盟，歐盟也應該強化尋求氣候變化綱要公約範圍內具約束力的條約聯盟。除無條件地、嚴格地提高自己的減排目標之外，歐盟還應該明確承諾展延並進一步發展京都議定書。

- ▶ 全面強制性的全球氣候保護體制（高企圖心標準）：國際氣候政策的最終目標，應具有全面約束力、對全球溫室氣體排放具限制性的協議。在總額分配方法上，WBGU（2009）概述了這一條約的基本要素：所有國家都將在平等的人均基礎上，在升溫2°C所能容許的可承受範圍中，分配全球燃燒化石能源的最大二氧化碳排放量。所有國家都應同意當今國際核定的去碳路線，其中明確說明到2050年前所計劃的國家排放路徑。WBGU認為，來自非化石能源的二氧化碳和其他溫室氣體，應由獨立的規範管制，以產生更直接的影響。WBGU（2004）曾多次提出一項關於陸域碳匯的獨立國際協議。協議中認為應優先讓開發中國家停止砍伐森林（政策組合七）。氟化物溫室氣體的減緩，可以透過與蒙特婁議定書相符的特別規定，將其加速與簡化（WBGU,2009）。尚未受到管制的短壽擴散（radiative forcing）物質，如煙塵顆粒和形成臭氧的氣體，可以分別訂定協議，並讓它們直接受到國家空氣污染控制條約的管制。

國際能源政策

- ▶ 強制性氣候保護先鋒聯盟（中等企圖心標準）

朝向氣候友善的全球能源轉型最重要的目標

是：（1）限制最終的能源需求，同時又能確保所有人獲得現代化、永續的能源服務，（2）能源供應部門的去碳，以及（3）在運輸部門、建築技術以及產業上引進新的低碳技術。對規範取得協議與設定標準是國際能源和技術相關政策的一個重要出發點。除此之外，國際合作也可加速發展轉型的關鍵技術。最終，相互合作在打破低碳技術發展的阻礙與突破全球擴散障礙上，具有重要作用。目前，轉型還缺乏有效的國際能源政策的法律 and 制度性基礎。WBGU建議在現有的組織上，逐步建立全球永續能源的治理，並以各種具企圖心的層級標準，提出下面的步驟：

- ▶ 促使國際能源總署（International Energy Agency, IEA）透明化，鞏固和加強國際再生能源總署（低企圖心標準）：國際能源總署是有影響力的國際能源機構。然而，關於永續能源政策的成員身份、角色和能源政治的目標，迄今一直受到限制。國際能源總署的政策應更加聚焦於永續能源使用和永續能源系統，方法應當更加透明，並應加速擴大非OECD國家參與的管道。成立於2009年的國際再生能源總署，可擔任再生能源的全球代言人，為再生能源及各國家團體需要的產業發聲。WBGU建議繼續積極支持國際再生能源總署的發展。今後，國際再生能源總署應該在全球能源問題上發揮重要的作用，推動更多地區使用再生能源，並與該領域的現有組織和公民社會合作。
- ▶ 升級聯合國能源機制（UN-Energy）^(註10)和強化聯合國體系內的永續能源政策（中等企圖心標準）：在全球範圍內的能源政策和發展援助政策間的聯繫一直被忽視。因此，WBGU建議聯合國能源機制升級到聯合國能源署（UN programme）的層級。聯合國大會已宣布2012

10編註：聯合國能源機制是一個協調各聯合國內有關能源的機制，而不是一個署；而著名的國際能源總署，其實是OECD為應對1970年代的能源危機所設置，也並非聯合國組織。

年為國際「所有人皆能享有的永續能源年」。這應該被用來促使2030年時所有人都能獲得現代化的能源服務，並作為千禧年發展目標（Millennium Development Goals, MDGs）的補充目標。

- ▶ 讓國際再生能源總署成為全球永續能源政策的核心組織（高企圖心標準）：國際再生能源總署的任務應該擴展到涵括所有能源系統和低碳能源的選擇，包括系統整合和需求面的能源效率的相關議題。國際再生能源總署可以如此循序漸進地發展成為國際永續能源總署（International Sustainable Energy Agency）（WBGU,2004）。（德國）聯邦政府應積極支持將國際再生能源總署轉變成長期性的中央能源政策組織，這樣便能夠有效促進能源系統的全球轉型。
- ▶ 使用G20作為一個永續全球能源和氣候政策的驅動力（高企圖心標準）：考慮到全球能源轉變的緊迫性，採取行動的政治意願必須明顯提升，動員政治領導力。主導工業化及新興工業化國家的經濟和政治聯盟，共同產生約80%全球溫室氣體排放量，G20國家具有獨特的地位。德國聯邦政府應鼓勵G20堅定追求永續的能源政治議程，並創建有效的全球合作所需之制度化基礎。

政策組合十：在國際合作上追求革命

如達成全球發展氣候和環境友善的長期目標，這世界便迫切需要國際上更高層次的國際合作。考慮此國際合作層面，WBGU建議：

1. 運用Rio+20會議為契機，設定強化合作和促進氣候友善的國際環境和發展政策的路徑。
2. 因此，該會議應為開展全面合作的全球治理架構作準備，沒有這樣的治理架構，朝向永續發

展的全球轉型就難以成功。(註11)

Rio+20高峰會下的國際環境和發展政策趨勢

定於2012年的聯合國永續發展高峰會（Rio+20會議），是擬訂國際環境與發展政策的良機。鑑於在會議中所界定的兩項關鍵議題提供的背景，即「永續發展和消除貧困脈絡下的綠色經濟」和「促進永續發展的制度性架構」，WBGU期望至少是採用的全球性的「綠色經濟路線圖」，並在聯合國範圍內進行實質性的制度改革。

- ▶ 綠色經濟路線圖和制度改革（低企圖心標準）：
由於有2011年由聯合國環境規劃署發表的「綠色經濟報告」，國際社群在里約的會議聚會，已有適切且與時俱進的具約束力協議作為討論與決策的基礎。WBGU認為，應在里約會議中將「聯合國綠色經濟路線圖」，與在內容和時程方面的特定目標加以結合，形成決議，其中包括在2030年前，國家綠色經濟策略應納入核實的指標。焦點應關注對於能源系統轉型、城市發展和永續的土地利用議題上，設定低碳導向、可量化的目標，以及次要目標，因為這方式已在千禧年發展目標之脈絡下，證明其具有效用。(註12)同時，消除貧困的策略，特別是進一步落實千禧年發展目標方式，應該著眼於社會轉型中的需求，並明確整合到更高層級的綠色經濟路線圖。這個關鍵的出發點是使所有人都能獲得現代化的能源供給，並透過農業的永續集約化改進糧食供應方式。當務之急是參與發展決策的多邊機構應統整其營運策略，協助扶助對象消弭貧窮並促進低碳發展。

11 編註：Rio+20會議已在2012年召開，並形成〔永續發展目標〕（Sustainable Development Goals, SDGs）。

12 編註：2000年9月6-8日聯合國千禧年大會（Millennium Summit），該次大會公佈聯合國千禧年宣言，並設立一系列至2015年為期限的發展目標，即8項千禧年發展目標。該目標最終報告於2015年7月發佈。

聯合國綠色經濟路線圖的實施，也應該透過實現長期未兌現的制度改革來加以支持。WBGU亦重申建議，即聯合國環境署應根據國際環境政策的發展維度，特別考慮在政治層級提升和擴展到聯合國的專門機構。Rio+20會議也是機會，為發展援助的政治架構的根本改革奠定基礎。

- ▶ 多邊環境和發展政策的基礎改革（中等企圖心標準）：一個具有企圖心的高峰會議結果，將會是全面性多邊環境和發展架構，與本文所指轉型一起發展。在Rio+20會議的脈絡下，無論德國聯邦政府或歐盟都應做出行動，啟動轉型，讓主要執行的國際發展機構（如世界銀行、區域銀行、聯合國開發計劃署與聯合國工業發展組織）轉化為低碳轉型變革的推動者。WBGU的靈感是來自於聯合國一致性問題高階小組（High-Level Panel of UN System-Wide Coherence）在2006年提出的改革提案，其建議都是朝環境和氣候友善發展的明確政策。

此外，轉型是系統性變遷的全盤考量，同時需要在能源、城市化和土地使用這些關鍵轉型領域，彌補其中巨大的治理落差（政策組合六、七和九），並逐漸廢除阻礙轉型和昂貴的平行結構。Rio+20會議應責成權威的多邊組織具體重組計劃的起草工作，到2014年將決策呈現給會員國。所有的指引標準，都應遵守國際氣候政策的2°C可承受範圍之共識。只有在三個轉型領域中的全球管制需求無法在可預見的未來透過重組既有結構而取得滿足時，新的組織才會被建立起來。

- ▶ 聯合國2.0（高企圖心標準）：考慮轉型可能的挑戰規模，WBGU認為，有充足的論據支持更激進的方式，超越現有的聯合國架構，重新組織並進行根本性的組織再造。目前，似乎在

政治上並不可行，因為組織再造需要由政治領袖的領導，而這個政治領袖得具備深刻的全球認識。例如，對於聯合國安全理事會以及其他工業化國家和新興工業化國家的了解。如果在這樣的情況下，改革應從符合聯合國憲章的審查開始，目標則是為了達到完全的聯合國組織再造。組織再造的目的是採取地球可承受範圍作為一個指導原則，亦即治理聯合國的行動將保證氣候與環境的保護不亞於對和平、安全與發展的追求。

Rio+20會議至少應該承諾這樣的願景，並啟動延伸至聯合國憲章的跨政府間磋商程序。起草「永續發展憲章」的共同編纂責任，是所有國家和他們的（全球）公民的職責，對於地球系統的保護將是邁向全球社會契約一個的極其重要的步驟。這可以成為聯合國當代審視的基礎，例如建立一個堪與安理會相比的「永續發展委員會」，體現21世紀的世界狀態，這響應對於「全球一家」（global we-identity）的論述。

為促進轉型龐大的全球治理架構

轉型成功的核心條件包括一般高層級的國際合作、全球協調和政治的積極性。因此，若沒有全面的理解，以公平世界秩序為目標的長期國際管制政策，扭轉全球發展動態趨勢將無法實現。在下文中，WBGU勾勒出朝向必要的「全球合作革命」道路上，具企圖心的三個步驟。

▶ 復甦多邊主義（低企圖心標準）：不可避免地，對於全球環境和氣候變化核心問題欠缺合作，導致利益衝突和分配衝突急遽增高。為防止這種情況持續發生，世界政治的主要行動者，必須盡快找到國際外交的新模式。WBGU27認為，G20集團很適合承擔這項任務，因為他們不僅具有較多氣候政治責任，

也因此具有較高的轉型潛力。因此，WBGU所建議朝向全球性轉型路線圖努力的目標，就是鎖定在G20國家或類似的次全球群聚的範圍內。在實際決定的基準上，最起碼在全球金融危機的背景下，這種方案可以包括G20集團的危機管理。較小和較貧窮的開發中國家的利益，必須以合理方式納入考量，好使整個國際社會作為一個整體，逐漸邁向轉型的動員得以實現。德國聯邦政府和歐盟應該透過可信的領導，以高標準的企圖心，並且和其他國家一樣有一個堅定且居中調節的態度。繼而，G20國家甚至可以成為整個聯合國系統現代化的驅動力。

- ▶ 轉型的全球基礎設施發展（中等企圖心標準）：轉型關注三個基本的國家和全球經濟的「基礎建設」：能源系統、城市地區和土地利用系統。唯有在2020年前，我們在上述三個轉型領域上改變低碳轉型路線與進程，才有可能達成2°C的可承受範圍的承諾。然而，這三個領域都缺乏解決問題的適當全球治理機制、協調全球和國家轉型目標、發展轉型相應的指標和路線以及確定適當的獎勵制度。
- ▶ 因此，WBGU建議授權具適切能力的國際組織行事，或是籌建新組織，並賦予其充足的資源。其中一個重要參考範例是氣候變化綱要公約，特別考慮到其中進行多年排放限制協商過程。有些機制在過去必須經過額外的同意，例如在技術轉移或者森林保護的協議上，這便應該制定相關策略盡速實施（政策組合七與九）。在能源的轉型領域，德國聯邦政府應積極支持國際能源總署實現轉向永續能源政策的目標，改善開發中國家對於永續發展的距離感，加強國際再生能源總署的能動性，作為國際間傳散再生能源的原動力，以及聯合國能源機制地位的提升（政策組合九）。就城市化（政策組合六）和全球土地利用（政策組合七）來

說，WBGU最初提倡建立「低碳城市發展世界委員會」和「全球永續土地利用委員會」。論到後一個委員會調查結果的效力，聯合國農糧組織應該發展一個適合的手段範圍，以確保國家和全球土地利用朝向氣候友善的路徑發展。而事實上，在氣候保護方面，聯合國人居署尚未充分準備好應對快速城市化所帶來的影響，WBGU進而建議建立一個具有強大責任的聯合國專門機構來處理永續城市化議題（政策組合六）。

- ▶ 嶄新且公平的全球系統（高企圖心標準）：按照永續發展的全球社會契約，經修訂的全球治理架構的最終目標，必須建立嶄新且公平的全球體系。這個機制，必須在21世紀上半葉內，使得國際社群能夠認識地球發展有其極限，進而肯認國際社會間複雜的相互依存關係，才能給予及時且充分的回應。這個艱鉅的進程，可與過去將市場動能嵌入憲政國家、民主和福利國家，進入工業化社會的鉅變相比。此嵌入過程使得新型態社會在一開始獲得接納與穩定下來。
- ▶ 政治上，這需要歷史上前所未有的概念，超越過去既有的主權概念，而完全由權力驅動的全球政治，來確保全球公共性的長期可行性。永續發展策略和概念必須為此發展，讓全球永續發展能嵌入在跨國民主結構中，為21世紀的問題提出答案，制訂有關全球平等和資源分配的機制，並且，要能宣告其在全世界範圍內具有正當性。

這意味著具體的學術探索過程，例如，透過全球治理理論家、跨國家的法律專家、世界主義者、跨民族主義者和正義哲學家，一起來制定合理可實現的規範、規則和程序，進而作為理想的全球社會契約之基礎。這將是能夠讓文明飛躍的重要一步，舉例來說，就像從封建系統

轉換到憲政國家與民主的過程。但是，與人權宣言相類似，它應在原則上也可以形成關乎人類文明能力的普世共識。人類需要在地球可承受的自然邊界內具有生存的能力。這必須以廣泛的「全球啟蒙」為前提，必須循其目標，致力促進合作的行為，並加速討論及形成相關公共事務的全球社會標準。WBGU強烈建議利用Rio+20會議作為這樣的啟蒙過程之歷史性機會。一個相應的高峰級會議宣言可以作為日後參考架構，並發展為全球啟蒙的基準點，幫助啟動有效的、長期的典範轉變。

綜合性措施

面對即將發生的挑戰，政策決策應該以高度的企圖心標準為發展路徑去除障礙，即使這些目前仍看來偏向於願景。例如，僅僅側重於最低水平企圖心措施的氣候保護政策是不大可能符合地球未來2°C的可承受範圍標準。最終，我們將被迫實施更多較為嚴苛的措施，才能成功轉型。

政策組合措施也必須明智地組合在一起。組合的可能性說明的是，在不同運作層級中是連續的：在其中一端，是在不同高低企圖心的層次間，有著多中心轉型方向，最初只限於地域或部門，基於「多重變革的共時性」，促成一個不可逆轉的綜效。在另一端則是對準最高企圖心目標的策略，最終是要建立一個轉型到低碳社會的全面性之全球架構。特別的是全球性的做法，是為使具有法律拘束力的世界氣候協議能夠執行，以限制全球排放量，建立全球碳排放交易工具，並達成氣候友善的城市化、土地利用及能源系統轉型的多邊機制。延續這樣的連續性，會有很寬廣的選擇性。特別是具企圖心、多中心的轉型策略，可以用不同的方式來進行：

- ▶ 地緣政治-形成次全球聯盟：為了加速轉型，氣候（保護）的率先倡議者與政府間聯盟之間

的連結應該增加。對於德國和歐盟而言，主要的新興工業化國家，例如中國、印度和巴西在這方面尤為重要。適切的主題將是如何促進再生能源或碳排放交易，在哪些領域佔據領先地位的夥伴關係，可以訂定標準並建立應逐步「全球化」的架構。這些聯盟，應該公平負擔去碳措施討論的責任。

- ▶ 為轉型領域中充滿活力的推動者建立激勵制度：在轉型領域，為強有力的轉型推動者，設計積極的激勵制度可以加快低碳轉型。因此，世界銀行和區域發展銀行對低碳投資項目慷慨的資助計劃，可以為離開既定的化石能源發展路徑，提供可觀的獎勵誘因。對發展中國家或正朝向工業化國家，提供優渥貸款方案，來確定支持低碳城市建設10或20個最有遠見的發展模型。透過這個獎勵制度可以開啟或加快朝此方向的探索過程。在這個路徑下，將會促成地緣政治聯盟的進展。
- ▶ 專注於轉型的障礙：轉型必須克服的一個特別困難的障礙，來自於各地區每年對化石燃料上千億的補貼金額。若有政治上支持改革者的國際聯盟，分別在經濟、公民社會和科學變革的領域運作，將有助於打破這一個阻礙永續性發展實現的障礙。

多中心轉型策略的大綱，清楚顯示出創新路徑寬廣的選擇範圍。由WBGU提出的10種政策組合措施，呈現出可行的策略範圍之寬廣性。2°C的可承受範圍是最重要的基準，任何措施都必須考慮到這個基準。為保持公信力，歐盟應盡可能減少排放，並在2020年同意自身的減量目標提高到至少30%，補充以具有法律約束力的國際氣候保護融資承諾。

知識社會在轉型過程中所扮演的角色：用於研究和教育的建議

藉由理解進行社會更新

在必然的轉型過程中，研究和教育將扮演核心角色，因為重整世界經濟結構的需要，往往是主要受到科學知識觸發而實現的。因此，社會不應是直接回應當前所經歷的事件做出行動的決定，而應當未雨綢繆，從前瞻思考出發。於此，科學、政治和社會間的辯論應該更加制度化、更加義不容辭且生動，以確保對達成永續發展最佳途徑提出建設性的論述。研究和教育可對永續轉型做出決定性的貢獻。

轉型是一個社會探索的過程，應由專家來支持。在政治、經濟、社會、研究和教育上協同合作，任務是以低碳社會為發展願景，探索不同的發展路徑，與永續發展技術和社會創新。同時，應強化具參與文化的社會結構。於此，教育應使人們發展對當前的問題意識，並學會系統性思考，採取負責任的行動。因此，促進研究和教育是現代、積極主動國家的重要任務，應該將科學專家社群整合到社會契約中，並提供目標性支持。

知識社會轉型的四大支柱

為闡明在改造過程中，研究和教育所發揮的不同作用，WBGU建議在「轉型研究」（transformation research）和「轉型教育」（transformation education）為一面，「創新改革的研究」（transformative research）和「創新改革的教育」（transformative education）為另一面之間做出區別。轉型研究或轉型教育的研究對象是轉型本身，與實現轉型所需致力的條件。創新改革的研究

究或教育，則是以特定資訊、方法和技術的輔助來推進轉型的過程（圖3Bild 3）。

轉型研究

WBGU建議設立一個新的科學學科，「轉型研究」（Tr），專事討論實現轉型的未來挑戰。此學科為了得出其中的因果關係和結論，探索轉型的過渡階段。從過去歷史中可以提供許多曾發生過並可觀察到的轉型時刻，作為分析基礎。其中一個例子是1785年左右蒸汽機整合進棉花加工製程的機械化過程。這個例子，看似無害的一步帶來了紡織生產效率迅速崛起，卻導致對原料需求劇增，於是這互為因果關係的棉花加工製成和原料需求，竟引發了工業革命。雖然這些事例的深層因素和歷史演變的架構條件都具有複雜的因果網絡。但這也同樣適用在其他層面的轉型，例如，由規範所趨動的廢除奴隸制。轉型研究應對永續轉型之過程、條件和相互依存的動態性有所理解，並作出結論。在此，很重要的是了解如何預測這些轉型加速的時刻，以此為當前轉型創造相關的有利架構與條件。轉型研究另一項特殊挑戰則是建立社會、自然和工程科學間的聯繫，藉此了解社會、地球系統和技術發展間的互動。

創新改革的研究

WBGU使用創新改革的研究（tR）來描述如何積極推進本文所指的轉型。創新改革研究旨在支持相關部門的具體創新轉型過程。創新改革的研究包含例如消費者研究，需要發展新的商業模式，如資源密集基礎建設的共享，以及研究創新科技如可提升效率的技術。在一定的發展階段，如果低碳創新的發展被嵌入到一個系統性的脈絡中，使其對氣候和永續發展的影響獲得驗證，並反映出變革所需要的影響條件時，創新改革研究便可以有更廣泛的轉型推力。因此，儘管在太陽



圖3 轉型研究及教育的類型化（Bild 3）

能板技術上提升效率的發展是必要的一像是透過發展新的、不同的材料組合，但應在盡可能早期的階段，考慮全球的合用性問題。這也適用於發展新的節能技術投資模型。這些節能技術在不同文化間的可轉移性也應在早期階段考慮，但同樣的，也應注意及評估反彈效應和潛在的路徑依賴所帶來的影響。因此，創新改革研究範圍包含從單純的學科為基礎，到以系統為基礎的研究。這意味著，探索高效率存儲技術應用導向，可以跟作為超級智慧電網的發展跨學科計畫，有著同等重要的變革性影響。

兩種類型的研究之間，持續的資訊交流，能導致「相互孕育」的效果，並回饋給社會、經濟和政治面向，從而作為轉型最好的支持。要達成這樣的交流，關鍵在於更高層級的科學溝通與對話，包括利用新媒體。這些都提供了更寬廣的互動機會，參與塑造社會對話。

在這樣的脈絡下，教育部門也必須承擔更多責任。作為知識傳播的重要渠道，教育為每個人提供以知識為基礎的自我概念之基礎，從而創造轉型所需的先決條件。轉型研究，應該與轉型教育緊緊扣連。它們扣連的類別和互動則詳述於下文。

轉型教育

轉型教育（Te），能將轉型研究的科學發現提供給社會。「參與的教育」反映必要的基本要求，如對行動帶來的壓力完全的理解、全球對責任的意識，這些基本要求會產生對多樣化行動路徑的系統性理解。參與的教育尤其關乎工程、社會和地球系統科學不同知識界面上的交流，應該發展恰當的變革論述，讓這些論述能透過有創意的知識傳播，融入日常話語，並得以進一步擴展。透過聚焦於變革推動者，察覺轉型先決條件能緊密地置放於教育中。唯有透過世界的動態視角才能想像何謂變革。有鑑於此，教育機構應該越來越注重傳授永續性知識、必要的終身學習和系統性思考之技能。這也包括對科學研究過程、其可能性和限度更多的理解。

創新改革的教育

創新改革的教育（tE）會產生對行動路徑和可能解決方案的理解。例如，相關的教育內容若是創新，很可能已具有變革性的影響，或者說已產生了變革的影響。當前的研究階段應當讓社會理解，同時積極與社會分享。為推動這項工作，教育應該（如果可能的話），嘗試建立與轉型關鍵因素的關聯性。例如，再生能源可以出現在物理課程，同時，在社會科學學科，也能討論國際能源上的夥伴關係。

地理課或許也可以如此，像是：低碳城市。創新改革教育也應該負責建構出基本的問題意識，這也反映在特定主題的教育機會。根據這一點，不同學科之間的界限應該不會有這麼明顯的劃分，此外還應該致力於更廣泛的、跨學科和全球脈絡的理解。例如，在經濟上，全球物質流，從資源原料變成無用物如二氧化碳的過程，便可以好好分析。所以討論的課題則可以是關於在地球限度（planetary boundaries）下的經濟發展。

這兩種類型的教育，都應將社會視為轉型過程中的利害關係人，在未來，教育過程本身應以參與為目標。只有在人們將自己視為積極主動的因素時，才能理解自身行為所蘊含的變革力量。各個不同層次的教育結構都可以是這種自覺的一個必要的前提。

目前的研究計畫

目前，在德國聯邦共和國和歐盟層級，有些隱含跟轉型有關的計畫正同時在進展。WBGU在報告中分析了相關的計畫方案。某些特定標準可用來顯示不同的研究計畫明顯的正面趨勢，但同時還要辨識出自身的弱點，例如，「國際視野」和「跨學科」。在此分析的基礎上，WBGU的結論是，在個別領域的研究政策，經常在低碳背景下，已經透過創新研究計劃和方案解決了轉變所帶來的挑戰，如城市化和土地利用上，即便在資金不足情況下。在許多情況下，跨學科本身也已被肯認為研究計畫，雖然總體而言，鼓勵跨學科涉入的激勵機制尚嫌不足。就加速轉型所需要的因素而言，許多科學研究補助金已開始注重創新，這是一個非常可喜的跡象。然而，與社會條件和相應的系統方法相比，這些計畫太多在強調純然技術層面，這也就是為什麼供給面太過於受到重視，而需求面則沒有。

建議

WBGU對於研究、教育與其分析所辨識出的挑戰，提出以下的結論建議。

研究

- 科學研究應更加投入於低碳轉型與永續發展的範圍。研究重點應是更加關注於轉型相關的問題、學科和轉型研究的新領域。同時，應該日

- 益滿足一些結構要求，例如系統性、長期性、跨領域和跨學門的方向。研究重點應該在發展科技和社會的低碳創新、評估這些面向，並評估其各自所需要的條件及其全球的擴散。這也包括開發、評估以及公開討論以訂定策略和政策。因此，研究計畫應該反映這些需求。
- ▶ WBGU呼籲建立新的研究領域：「轉型研究」，其探討轉型過程和在地球界限範圍內的一些社會先決條件。為了發展探究這一新領域，WBGU提出一個聯合社會一同探索和討論的過程。這個過程可能由一些在德國科學研究機構聯盟監督。
 - ▶ 總體而言，為了成功地面對當前的挑戰並加速轉型，需要大量額外的研發經費。同時，研究都應該在歐盟和國際層級被強化，因為沒有一個國家能夠靠一己之力，發展所有需要的解決方案。
 - ▶ 對於主要轉型領域的能源，應大幅度提升挹注資金。WBGU強調其2003年的建議，在工業化國家的能源領域，透過重新分配，增加研發公共直接開支達十倍。核融合發電技術的研究補助可延後推動，以釋出資金進行更優先的工作。
 - ▶ 目前德國聯邦教育和研究部（BMBF）永續發展的研究經費應該提高，尤其是框架計畫「研究促進永續發展」和「社會生態研究」（Socio-Ecological Research），社會生態研究的全球視角應該更加擴大。
 - ▶ 跨學科的研究應該由具體措施加以支持。這需要改變現有的誘因機制，並引入新的機制。WBGU提議，德國大學校長聯席會議、聯合科學大會、德國研究基金會和科學研究院可以開會，來建議和指示跨學科轉型研究的實踐和評估。
 - ▶ 在擬定第八次歐盟框架計劃研究的過程中，德國聯邦政府應該遊說，使其更加注重在轉型上；環境和能源研究應特別予以重視。
 - ▶ 在國際上，德國和歐盟應加強與新興經濟體的共同研究，藉著研究機構彼此串連。在其發展合作的範圍中，德國應設法推廣和支持開發中國家的教育、科學和研究能力。
 - ▶ WBGU建議，一個絕佳的未來倡議應全然聚焦在研究資源友善、永續和宜居的轉型社會之主題。
 - ▶ 目前關於國際農業研究協商小組（Consultative Group on International Agricultural Research, CGIAR）的評估是一個機會，來引導其活動朝向氣候友善和永續發展。

教育

- ▶ 在德國永續發展策略上，轉型教育應被賦予更高的優先順序。轉型教育也應當納入學校、大學課程和職前訓練中進一步研究。轉型相關的科學教育，可以包括交換計劃、新的學士和碩士結合課程、教師培訓模式以及學位課程。
- ▶ 通過整合一致的政策，相關的教育和職業資格制度應該以此方式重新設計，如此，他們可以全心投入到永續發展的需求上。同時，有關員工的轉型教育，應通過政府資助的在職教育課程和學士後資格認證，提供更多終生在職學習的機會，並可以「公假」的形式取得進修機會。
- ▶ WBGU還建議，支持轉型過程中建立低碳商業學校和跨學科的低碳土地利用、能源科學、都市化的學院，以達到以轉型為目標的管理。
- ▶ 在聯合國「促進永續發展教育十年」中，組織化的機制應制定出確保在十年後，永續發展教育仍能夠持續進行的政策。教科文組織可以發

起一個轉型過程，被設計成類似於國際十年減少自然災害計畫（International Decade for Natural Disaster Reduction, IDNDR）的延續。這樣一來，成功的活動可以透過地方和國家機構繼續進行。

互動教育研究的領域

- ✧ 鑑於此問題至關重要，WBGU更進一步建議成立德國聯邦大學，專注於實現永續性轉型的研​​究和教育。主要研究與教學應該是跨學科且有學科間的合作。
- ✧ WBGU提出了一個較寬廣的教研項目「為了促成轉型的科學參與」，旨在以教育和知識來保護環境和永續發展的利益，並透過非科學家的參與來實現。
- ✧ 科學政策和科學應著手研究跨學科和全社會的對話課題，像是以「去碳社會」為願景的轉型研究需求，加強跨學科和學科間研究，或者優先研究的議題。對話也能以一個文化和藝術形式來刺激，例如在博物館、展覽或音樂和電影節。
- ✧ 為了提高社會行動者的參與，應當推廣不同的參與形式。例如，合適的是，網絡生物多樣性、環境和氣候站。參與項目的主題，如電動汽車、替代農業、新型態的住宅。
- ✧ WBGU建議在教育和研究中引進國民一年期的社會自願義務。

實現永續研究和教育的改革不僅為以知識為基礎的社會契約鋪路，同時也啟動了這個「鉅變」，並對於參與者提供特定的未來機會。按照社會契約，即涵蓋溝通責任感的教育機會，正義感和技能都應予以鼓勵。學校教育也應不僅僅是鼓勵跨學科的研究途徑，也需要促進對科學研究的過程整體的理解。如果科學和研究政策持續擴

大方向朝向系統性、轉型相關研究，則可以在國際上作一個榜樣。

因此，社會契約會以前述教育及研究的兩種方式，來處理未來世代存續的問題，因為這是其將參與並帶來對未來的改變。然而總的來說，迅速加快轉型並從現在開始停止妨礙轉型，也是為了我們年輕公民的利益。

結論

工業化社會的「化石與核能代謝機制」（fossil-nuclear metabolism）是沒有前途的。我們倚靠化石與核能越久，後代子孫便需要付出越高的代價。不過，讓人們在自然環境的疆界內得到良好生活的機會並非沒有替代方案。如果沒有一個全球協議，讓我們努力去試驗這些替代方案的話，我們將無法找到我們晚期現代性的出路。所以，至少應當認同一個新的社會契約。科學雖為輔佐，但將起到決定性的角色。終極而言，永續發展還是一個關乎想像的問題。

「想像力便是一切。它預覽生命中即將來到的任何誘人事物。」（愛因斯坦）

.....

參考文獻

- AGECC –Advisory Group on Energy and Climate Change (2010):Energy for a Sustainable Future. The Secretary-General’ s Advisory Group on Energy and Climate Change (AGECC) Summary Report and Recommendations. New York: AGECC.
- Grin, J., Rotmans, J. and Schot, J. (2010):Transitions toSustain able Development. New Directions in the Study ofLong Term Transformative Change. London: Routledge.
- IPCC –Intergovernmental Panel on Climate Change (2014): Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working GroupIII to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. New York: Cambridge University Press.
- Osterhammel, J. (2009):Die Verwandlung der Welt. Eine Geschichte des 19. Jahrhunderts. Munich: Beck.36
- Polanyi, K.(1944):The Great Transformation: The Political andEconomic Origins of Our Time. Boston, MA: Beacon Press.
- WBGU –German Advisory Council on Global Change (2004):World in Transition: Towards Sustainable Energy Systems.London: Earthscan.
- WBGU –GermanAdvisory Council on Global Change (2009):Solving the climate dilemma: The budget approach. Berlin:WBGU.
- WBGU –German Advisory Council on Global Change (2010a):Future Bioenergy and Sustainable Land Use. London:Earthscan
- WBGU –German Advisory Council on Global Change (2010b):Climate Policy Post-Copenhagen. A Three-Level Strategy forSuccess. Policy Paper 6. Berlin: WBGU.

德國全球變遷諮詢委員會

(Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen – WBGU)

WBGU由聯邦政府於1992年里約熱內盧全球高峰會前成立的獨立科學諮詢機構。諮詢委員共有九名成員，他們由聯邦內閣任命，任期四年。委員會由聯邦環境、自然保護、建築及核安全部，以及聯邦教育及研究部共同管理，由各部委員代表參加聯邦政府跨部委員會協助作業。委員會主要任務是向德國聯邦政府提供有關全球變遷問題的科學政策建議：

- › 分析全球環境和發展問題，並對此做出報告；
- › 評估全球變遷領域展開的國家與國際研究；
- › 對新的問題領域做出預警；
- › 指出研究缺陷，推動科學研究工作；
- › 觀察及評估永續發展的國家與國際政策，提出行動及科學研究建議；
- › 闡述行動建議，以及
- › 通過媒體及公共關係提高對全球轉型問題的認知。

WBGU每兩年出版旗艦報告，自主地選擇焦點主題。此外，德國政府可以委託委員會編寫專題報告及政策文件。

詳情請見：www.wbgu.de