



德國Umwelt-Campus
Birkenfeld IfaS所長

Peter Heck



Follow the Money 不只「循環」還要「經濟」

讓循環經濟創造更多價值

德國特里爾應用科技大學是全球循環經濟的先驅，該校教授Peter Heck針對循環經濟的關鍵：資源與能效管理，發表專題演講。他指出，循環經濟不止出於善念減碳愛地球，更透過資源的再利用，點石成金，讓企業或組織能夠「Follow the money」，打造永續又符合利益的商業模式。

口述／德國Umwelt-Campus Birkenfeld IfaS所長 Peter Heck 整理／林玉圓

我來自德國特里爾應用科技大學的畢肯費爾德環境學院（Umwelt-Campus Birkenfeld），早在25年前，敝校已達成淨零碳排；多年來利用再生能源及各種能效科技，甚至創造了負排放的校園。2022年，我們拿到世界綠色大學評比的全球

第七、德國第一。校內所有電力及空調都採用生質能源，這些能源由鄰近城鎮的廢棄物所產生，不僅解決了當地的垃圾問題，還創造電力供校園使用。我們在校內也建置了其他綠色設施，包括太陽能、雨水收集機制等。



循環經濟不僅出於善念減碳愛地球，更透過資源的再利用，點石成金，讓企業或組織能夠「Follow the money」，打造永續又符合利益的商業模式。

全球第一座淨零大學

2001年，我在校內主導成立了物質流管理研究所（Institut für angewandtes Stoffstrommanagement；IfaS），運用各種跨領域的專業與技術，提供循環經濟的相關服務，讓企業、非營利組織、金融機構，甚至國際組織如歐盟等，都能獲益；多年來承蒙客戶的厚愛，這個研究所已經能夠自給自足，不需官方經費，目前正職人員達80人，還有9名教授及許多學生。循環經濟能夠創造的經濟效益，可見一般。

什麼是循環經濟？工業革命以來的線性經濟模式，主導全球多年，透過「開採、製造、使用、丟棄」的路徑，獲得了龐大的利益、但也快速地消耗資源，對地球造成極大衝擊。相形之下，循環經濟以「製造—使用—循環」的方式，

從源頭避免汙染及廢棄物，利用更少資源來創造更多價值。

循環經濟的經濟效益

談到循環經濟，大家往往聚焦「循環」，鮮少談論「經濟（商業模式）」。其實，挽救地球、扭轉生態浩劫，不能只仰賴善念，不能只投資卻不獲利，應該要攜手整個生態系，一起開創新商業模式，長期獲取收益，才能生生不息。這也是我今天想分享的重點：從經濟面向、從商業角度來看待循環經濟，它非常值得投入。

在淨零浪潮下，「法規」確實是推動企業投入節能減碳的重要力量之一，例如各國開始徵收碳費，其中又分為管制性碳市場，例如歐盟的碳交易市場（EU ETS）、以及即將上路的碳邊境稅（CBAM）；以及自願性碳市場，由企業與第三方認證機構自行交易碳權。因應碳費或碳稅的徵收，也出現了各種標準，例如SBTi（科學基礎減碳目標倡議）等。在法規引導下，市場預估，若要達成巴黎氣候公約的目標，即抑制升溫在攝氏2度以內，那麼全球碳價必須達每噸40至80美元。事實上，這個門檻已提早被超越，歐盟碳價於2021年11月飆破每噸82歐元。以世界各國對碳權的火熱需求來看，歐洲投資銀行預估，全球碳價將於2025年達183美元、2030年達277美元，2040年達581美元。

全球碳費飆高 企業恐失競爭力

即便上述數字只是部分成真，也將對企業或組織造成極大的負擔。換言之，在未來的世界，無法自行減碳而必須仰賴向外部購買碳權者，勢必失去經濟上的競爭力。

也因此，我們有必要了解組織或企業內部的物料及能源使用全貌，找出改善空間，來建立未來的競爭力。這也是為什麼，我的機構多年來不斷協助民間、企業、學者到政府官員，去認識循環經濟如何運作及其效益。



接下來，我要列舉我們曾經輔導的實際案例，來說明循環經濟不只是做公益，它更是良好的商業模式。首先是人口約1萬人的德國小鎮，想要導入再生能源，且目標是在2050年之前100%採用再生能源。我們協助小鎮從投資金額、營收進帳、節省的開支、成本（勞力、材料、保險等）等四大面向來評估再生能源的效益。盤點之後發現，總投資金額約5.9億歐元，但各項開支如電費、維運等可省下14.2億歐元；更重要的是，這個改變能為小鎮帶來9.86億歐元的附加效益，包括外來投資、創造的工作機會等。

第二個案例是水資源的循環。我們日常的排泄物如尿液，其中7成是氮磷鉀，可轉化為肥料，是極有價值的資源。舉例來說，1立方公尺的尿液就含有近10公斤的氮。可惜尿液都在馬桶與水稀釋，不僅浪費了它的回收潛能，污水處理廠還要耗費電力和資源來加以過濾處理。為了解決這個問

題，某瑞士企業研發出尿液回收槽，能把尿液轉為肥料，租給企業或住宅，最快4年就能將投資金額回收。

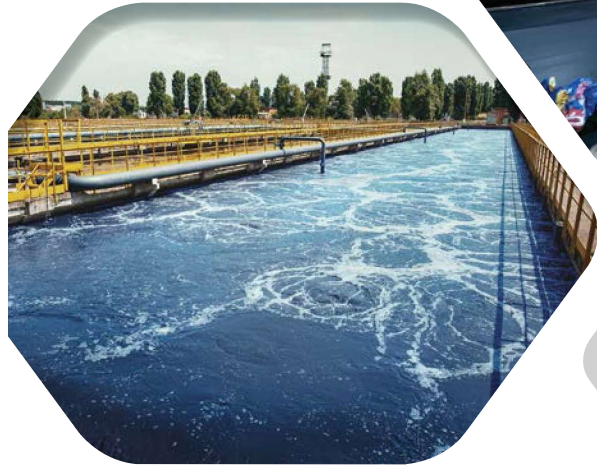
尿液變肥料 降低汙水處理負擔

我花了2年的時間，才說服同事在建築物內安裝這種軟式無水的小便池，現已擴展到校園各處。一開始大家很抗拒，質疑怎麼可以不用水；事實上，要沖走尿液，既耗水也耗電，每次使用約消耗2至4公升的水，以這麼多寶貴的水資源來稀釋僅僅300至500毫升尿液，實在很浪費。到了汙水處理的階段，要進行分離過濾就特別傷腦筋，因為尿液和水能夠混合得很好。

汙水處理廠屬於吃電怪獸，在德國，光是汙水處理廠，每年就需要一座400MW的電廠來提供動力，相當於每年排碳逾200萬噸。藉由回收尿液，另外再把3成汙泥導入特殊的發酵槽進行



循環經濟並不艱深，只要願意付出心力去了解與改善，就能找到實現淨零碳排的契機，打造美好家園。



傳統的線性經濟模式，透過「開採、製造、使用、丟棄」的路徑，獲得龐大利益、也快速消耗資源。循環經濟則以「製造—使用—循環」的方式，從源頭避免汙染及廢棄物，利用更少資源來創造更多價值。

處理，就能降低廢水處理負擔，打造零耗能的污水廠。

有人會問，污水處理系統導入循環技術，須要先期投資，但資金哪裡來？這點其實很好解決。全球有很多長線基金或壽險基金，都在尋找循環經濟的投資標的，很樂意資助污水廠的改造計畫。一旦導入循環技術，後續的營運成本便會下降，污水所產生的沼氣還可用來發電，供水廠自用。

吃電怪獸 變身碳中和設施

換言之，採用循環經濟模式後，污水處理廠從吃電怪獸變身碳中和設施；節省的電費和處理成本，既能回饋給水廠本身、也可回饋給消費者，收取更低的污水處理費用，發揮顯著的經濟效益。

從上面兩個案例可以看出，資源或物料流向的管理，是循環經濟的關鍵。不論是企業、學校、城市或國家，各種大大小小的體系，都有值得開發循環經濟的潛力，只是我們忽視了。一旦仔細地檢視與盤查，找出經濟效益所在，Follow

the money，就有極大的誘因。

組織內部全面評估 找出減碳與循環潛力

為了協助組織推動循環經濟，IfaS開發出REC（Resource and Efficiency Check）管理評估系統，已獲各界使用了20年；德國某大銀行甚至要求客戶必須導入這套系統，了解資源與能效的改善空間。銀行願意這麼做，因為他們知道，實現循環與節能可提升企業的競爭力，獲利提升、體質改善，銀行要借錢往來也更安心。

REC這套系統在全球導入的案例不勝枚舉，包括拉丁美洲的農業，北非摩洛哥的旅遊、漁業及食品業，與巴拉圭的紙業等。各界對循環經濟的需求太大，以致於我們現在煩惱的是沒有足夠的顧問人力來協助更多客戶。

以一般企業或組織內部來看，最有潛力的循環及減碳面向，不外乎照明、機台運作、加熱及冷卻、空調等，運用類似REC的評估系統，就能從每個環節著手，一步步改善。其實循環經濟並不艱深，生活中隨處可見，只要願意付出心力去了解與改善，就能找到實現淨零碳排的契機。■