

國際資料庫EBSCO & ProQuest收錄期刊

ISSN 1683-9552

# 中正教育研究

Chung Cheng Educational Studies

2020年12月 第十九卷 · 第二期

## 研究論文

- 國小教師以共備觀議課模式共同探討學生同儕討論的教學策略之研究——以一所小學為例／劉世雄
- 德國「高等教育4.0」數位化發展之脈絡、實踐與反思／薛欣怡、蔡清華
- 高等教育國際化外交角色的轉變——從文化外交到知識外交／黃庭玫
- 新移民母親管教方式與子女學習成就之關係研究——自我概念之中介效果／黃靖文、張紹蘭

教育學院



# 德國「高等教育4.0」數位化發展之 脈絡、實踐與反思

薛欣怡、蔡清華\*

## 摘要

「工業4.0」的出現改變了職場的環境與生態，使得職場對人才的要求進一步改變了教育的內涵與模式，使其必須革新。身為「工業4.0」發源地的德國，為使其產業與教育的數位發展同步，聯邦政府透過一系列政策的扶持，全面推進高等教育數位化發展的速度。在政策支持下，德國各大學積極於教學、研究與行政管理三大面向加速數位化的轉型，升級「高等教育4.0」，開啟大學數位化的新紀元，並以培養未來職場所需的數位人才為目標。本研究主要透過文件分析法，首先探析德國政府的各項重要數位化發展政策，以瞭解其脈絡與內涵，更透過文獻爬梳勾勒出德國「高等教育4.0」數位化發展的樣貌，瞭解其實施概念、措施與現況，並據以提出建議：一、政府政策的全面實施、逐漸推動與跨界整合；二、數位教學及研究需與科技發展並進；

---

\* 薛欣怡（通訊作者），文藻外語大學德國語文系助理教授  
電子信箱：94131@mail.wzu.edu.tw  
蔡清華，文藻外語大學師資培育中心教授  
電子信箱：99289@mail.wzu.edu.tw  
投稿日期：2020年04月02日；修正日期：2020年07月14日；  
採用日期：2020年07月20日。

三、重視數位資訊安全與倫理。雖因國情差異，德國的模式與經驗無法直接移植至臺灣，但其作法及優點仍可作為我國反思與借鏡之參照。

關鍵詞：工業 4.0、高等教育 4.0、數位化發展、德國高等教育

## Context, Practices, and Reflections of the Digital Development of “Higher Education 4.0” in Germany

Hsin-Yi Hsueh, Ching-Hwa Tsai\*

### Abstract

The emergence of Industry 4.0 has changed the environment and ecology of the workplace dramatically. A massive demand for talents in the workplace was created, and the connotations and modes of education in general were changed. Germany, the birthplace of Industry 4.0, was committed to keeping its industry in sync with digital development. Therefore, the German federal government implemented a series of policies which were aimed at comprehensively promoting the pace and scope of digital development in higher education. Ever since, the German higher education policy framework has been actively focusing on teaching, research,

---

\* Hsin-Yi Hsueh (Corresponding Author), Assistant Professor, Department of German, Wenzao Ursuline University of Languages  
E-mail: 94131@mail.wzu.edu.tw  
Ching-Hwa Tsai, Professor, Center for Teacher Education, Wenzao Ursuline University of Languages  
E-mail: 99289@mail.wzu.edu.tw  
Manuscript received: Apr. 02, 2020; Modified: Jul. 14, 2020;  
Accepted: Jul. 20, 2020.

and administration with policies that accelerates digital transformation and upgrade towards Higher Education 4.0. This opened a new era for university development aimed at cultivating digital talents, which are urgently needed for the future workplace. This study assessed recent policy developments related to the transformation into a Higher Education 4.0 system in Germany. First, Germany's digital development policies were briefly introduced to provide an overview of the overall policy framework. Second, from a document analysis approach, the measures were critically analyzed and discussed to provide a deeper understanding of their rationale and scope. Finally, this study elaborated on the experiences in Germany and proposed recommendations on how policies in Taiwan could be adjusted accordingly.

**Keywords:** Industry 4.0, Higher Education 4.0, digital development, German higher education

## 壹、前言

近年來，由於人工智慧、物聯網、大數據及雲端服務等科技崛起，使得德國為因應未來製造業的特性，鞏固其傳統優勢並持續擦亮「德國製造」的響亮招牌，結合了產、官、學、研，舉全國之力投入，欲搶攻未來20年的製造業主導權，喊出了「工業4.0」（Industry 4.0）的口號（賀桂芬，2017）。

「工業4.0」於2011年德國的漢諾威國際工業博覽會上被提出，它帶來了客製化與高效率化，徹底翻轉了原來的商業模式，進入了所謂的第四次工業革命，將雲端、大數據、物聯網、機器人自動化和人工智慧串聯在一起，使工業製造的優勢得以增值且延續（賀桂芬，2017）。

2011年德國聯邦教育暨研究部（Bundesministerium für Bildung und Forschung, BMBF）與聯邦經濟暨能源部（Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, BMWi）攜手合作，將發展「工業4.0」納入「高科技策略2020行動計畫」（High-Tech Strategy 2020 Action Plan）架構下的十大專案之一，挹注經費以提升德國製造業的電腦化、數位化和智慧化，進而提升德國製造業的競爭力。2012年組成「工業4.0工作小組」（Arbeitskreis Industrie 4.0），並於2013年的漢諾威國際工業博覽會上發表了《保障德國製造業的未來：德國工業4.0策略實施建議》（Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0），指出德國要成為智慧製造技術的主要供應商和虛實融合系統（Cyber-Physical System, CPS）技術及產品的領頭羊，並積極支持工業領域新一代革命性技術的研發與創新，

以強化德國的國際競爭力 (BMBF, 2013)。

自此,「工業4.0」不僅成為引領德國創新政策的主軸,在短時間內得到來自政府、企業、研究機構的認同與支持,更受到國際社會的廣泛關注,其影響逐漸擴大延燒至各地,不少國家紛紛仿效跟進,提出國家層級的4.0相關中長期發展計畫,如2011年美國「先進製造夥伴計畫」、2012年中國「中國製造2025」、2013年英國「工業2050策略」、2014年韓國「製造業創新3.0」、2015年日本「工業4.1J」,以及2015年臺灣「生產力4.0」等(李國維,2016)。

自「工業4.0」被提出後,迄今不過幾年的時間,已被全球公認是決定人口結構變化及市場供需內涵改變的重要出路。加上近兩年在人工智慧、擴增和虛擬實境等科技突飛猛進,影響範圍更迅速蔓延擴大,使其建構與應用早已超出德國原本設定的製造業,而向各行各業迅速滲透。意即工業4.0的趨勢顛覆了所有產業的競爭條件,從個人到產業,幾乎所有行業的工作現場都因它產生質變而必須全面進化。是以,「工業4.0」改變了各行各業人才的面貌,掀起了職場大海嘯,因而使得傳統的教育模式無法追上需求,必須順應轉變進行革新。資訊化、智慧化與服務化不斷地融合與滲透,對人才的需求發生了根本性的變化,更改變了教育的模式與具體目標(吳琬瑜,2017)。

爰此,身為「工業4.0」發源地的德國,為迎接4.0時代的到來,做出了全面數位化發展的回應,積極推動各項數位化政策,如《數位化進程2014~2017》(Digitale Agenda 2014-2017)、《數位型知識社會的教育策略》(Bildungsoffensive für die digitale Wissensgesellschaft)、《數位化教育世界2030》(Bildungswelt digital 2030)等,涵蓋從幼兒教育、中小學教育、高等教育、職業教育的教育鏈乃至於繼續教育等皆做出了數位化的改革,更積極發展「高等教育4.0」(Hochschule 4.0),希望能提升其高等教育的數位能量與品質。在4.0的發展框架

下,德國高等教育朝向人才數位升級的目標邁進,培養面對未來的數位人才是德國目前主要的教育目標(Presse-und Informationsamt der Bundesregierung, 2017)。

臺灣的教育體系亦受到工業4.0時代大浪的衝擊。2011年《中華民國教育報告書》分析我國近年來所面臨的社會變遷與教育挑戰,首先就談到了網路時代的衝擊,指出資訊科技與網路的快速發展改變了傳統的學校制度,更影響教師教學與學生學習的方式。教育部於2013年所頒布的《人才培育白皮書》亦指出我國教育將面對少子化、高齡化、全球化、數位化及全球暖化的「五化」挑戰,也強調未來15年內,數位化將成為教學的主流(王令宜,2013;教育部,2013)。

此外,根據2017年瑞士洛桑管理學院(International Institute for Management Development, IMD)所公布的全球數位競爭力評比,臺灣排名第12名,在亞太地區排名第3名,僅次於新加坡和香港,其中最出色的項目是「技術框架」,如臺灣行動寬頻訂閱率高居世界第三、高科技產品出口比重也名列前茅。此外,企業靈活度、善用大數據和資料分析工具,同時企業普遍看好數位投資機會,都是臺灣數位力的強項。然而,臺灣的教育在數位力的表現上卻差強人意,遠不如其他面向的表現,如表1所示。

由表1所顯示的名次可得知,臺灣數位化在知識面向的發展排名第16名,其中培訓與教育表現最差,排名第28名,遠遠落後於技術環境面向的表現,此顯示職場與教育發展並不同步。王皓怡(2019)亦指出近年來臺灣的網際網路與電商發展趨於成熟,且擁有厚實的硬體設計能力,但在法制、人才及軟體等方面略顯不足,且因應數位產業快速變遷的步調緩慢。

職場數位化的提升應帶來教育機構在教學培育過程中學習方式的變化,而德國「高等教育4.0」正要求教育系統保持與職場數位化發展一

表1  
2017年IMD競爭力評比——臺灣數位力三面向表現排名

整體排名	面向/名次	次類別/名次
12	知識 16	人才 18
		培訓與教育 28
		科學專注 17
	技術環境 7	法規框架 24
		資本 8
		技術框架 4
	未來整備度 16	適應態度 19
		商業敏捷 19
		資訊科技整合 22

註：臺灣數位力排名第12，法規、教育成兩大隱憂。取自2017年IMD競爭力評比。臺灣排名不變。能源、空污成隱憂，盧沛樺，2017，天下雜誌，624，頁30。

致的步伐。因此，探究以數位人才培育為目標的德國高等教育數位化發展的重要性已無庸置疑。本研究針對「工業4.0」的發源地德國進行探究，深入分析一向以人才培育為傲的德國，如何面對這場數位人才養成大戰？

本研究將透過文件分析法，經過比較與整理，掌握德國數位化發展的關鍵作法與成效，並以德國數位化政策為發展背景，從國家政策及大學層次來探討德國高等教育數位化的發展模式及現況，希冀能借鏡德國經驗以豐富國內發展高等教育數位化的內涵，探索符合本國國情的發展道路，並據此作為政府擬定與調整相關政策之參考。

## 貳、德國「工業4.0」對高等教育的衝擊

經濟合作暨發展組織（Organization for Economic Cooperation and

Development, OECD)於2010年即指出，二十一世紀應具備的關鍵能力之一為數位素養，包含資訊素養、媒體素養及資訊與通訊科技素養。2011年網景公司(Netscape)創辦人M. Andreessen在《華爾街日報》(The Wall Street Journal)所刊登的專欄文章中，提出了「軟體正吞噬全球」的口號，指出網路如何改變商業世界。而今，隨著「工業4.0」的大浪來襲，「數位化吞噬全球」成了最新的顛覆力量。2014年《經濟學人》(The Economist)在1月18日當期探討「當代科技會如何影響明日工作」的主題，內容直指包括所得不均、勞動人口減少等現象皆與數位革命有關，並呼籲各國政府應盡速改革教育體系以適應時代的新趨勢(賴宏昌，2014)。

Google執行董事長E. Schmidt在世界經濟論壇(World Economic Forum, WEF)上亦指出，未來20~30年將會有愈來愈多的中產階級因科技加快創新速度而失業，並呼籲各國政府應投資教育體系，協助人民提升技術水準，因為這是場人類與電腦的競賽，愈來愈多的重複性工作將會被自動化機器所取代(賴宏昌，2014)。

綜上所述，自「工業4.0」被提出並加速數位化的影響後，對整個教育體系引起了震盪，高等教育在勞動力市場中發揮著關鍵的作用，因此首當其衝地面臨了挑戰。根據Scheer(2015)的研究指出，長久以來德國高等教育之所以在數位化進展上較為緩慢，主要是由於終身制的教師和研究人員世代替換緩慢，以及洪堡研究型大學理念深根蒂固的影響。然而，受到4.0大浪的洗禮，扮演培育人才重責大任的德國高等教育，亦必須對「工業4.0」的衝擊做出回應。

針對此議題，「德國學術促進者協會」(Stifterverband der deutschen Wissenschaft)與麥肯錫全球研究院(McKinsey Global Institute, MGI)對德國超過300家企業進行調查，從職場的需求來看大學的未來發展，發表了《德國高等教育研究報告2020》(Hochschul-

猶如我國  
的科舉考  
試理念。

*Bildungs-Report 2020*) (Stifterverband, 2016b)。其問題主要聚焦在職業領域的改變如何影響大學教育的轉變?哪些能力是大學教育在未來必須傳授的?大學該如何發展以傳授這些能力等。根據調查結果顯示,有高達71%的企業感受到未來的工作將是個新的挑戰,尤其是跨領域的能力將被看重,其中,特殊專業知識占54%、技能占43%、基礎專業知識占32%。在大學授課模式方面,有28%的企業表示線上課程將會取代傳統的講授課程;51%的企業認為擁有數位化的技能愈來愈重要;50%的企業更指出,企業作為學習場所比在學校的課業學習更為重要;84%的企業贊同在未來的10年,研究對於企業的重要性;58%的企業認為應與大學進行密切的合作;70%的企業認為實際經驗對「工業4.0」來說是個相當重要的能力及數位科技的使用占62%同等重要(Scheer, 2015)。

從上述數據可得知,為因應未來工業4.0職場的轉變,高等教育必須培育擁有跨領域知識能力、數位化科技知識及職場經驗的人才,如此才能於激烈的競爭中站穩腳跟。大學必須盡快從根本改變並且適應,已沒有多餘的時間容納傳統的自我概念、緩慢的世代交替、理想化的角色概念、缺乏實踐的經驗,以及死板的選課原則。工業4.0時代對教育人才培養規格提出了新的要求,唯有跳脫這些根深蒂固的價值觀與模式,才能夠以數位化素養為核心培育出工業4.0時代所需的人才(Scheer, 2015)。

爰此,本研究首先針對德國政府所研擬的各項重要數位化政策進行探究與分析,接著透過文獻爬梳得出「高等教育4.0」數位化發展的全貌,瞭解其實施概念,最後希望透過他山之石,對我國大學數位化發展進行反思與建議。

## 參、德國數位化策略探析

德國為迎接「工業4.0」時代的到來,正在做出全面數位化發展的回應,調整框架條件並積極推動各項數位化策略。2014年8月,德國政府推出《數位化進程2014~2017》,指出教育系統必須培養具備良好媒體素養、能達到數位化環境和知識社會各方面要求的人才(BMWi, 2017)。2014年10月,德國政府通過新的《高科技策略》(Die neue Hightech-Strategie Innovationen für Deutschland),重點資助數位化、工作領域創新等,更挹注資金與各邦共同加強教師的數位化培訓(BMBF, 2014)。然而,德國的數位化教育發展大多仍受到單個計畫和方案的影響,因此BMW i於2016年3月發布了《數位策略白皮書2025》(Digitale Strategie 2025),強調未來的政策方案必須透過跨機構整合的方式來執行(BMWi, 2016)。此外,為更強化教育的數位化發展,於同年10月推出了《數位型知識社會的教育策略》,作為全面促進德國數位化教育的行動框架,其策略目標統稱為「數位化教育世界2030」(BMBF, 2016)。

綜上所述,德國大力投入數位化的發展和建設,並密集推出了一系列數位化發展策略。為回答本研究問題,以下將針對三大德國數位化策略做要點式的探究與分析。

### 一、德國數位化策略探究

#### (一)《數位化進程 2014~2017》

《數位化進程2014~2017》是由BMW i、聯邦內政、建設暨家園部(Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat, BMI)及聯邦交通暨數位基礎建設部(Bundesministerium für Verkehr und

digitale Infrastruktur, BMVI) 共同計畫執行，希望透過挖掘數位化創新潛力以促進經濟增長和就業，為「工業4.0」體系建設提供長久動力及打造一個數位化的未來社會，進而成為數位強國。其三大核心目標如下 (BMW, 2017)：

1. 加強開發國家創新潛力，以促進經濟成長和就業。
2. 支持興建全面高速網路，強化全民不分世代的數位能力，改善應用能力及參與共享。
3. 改善資訊作業系統與安全防護以及資訊服務，加強社會與經濟之信任感及網路安全。

除上述三大核心目標外，《數位化進程2014~2017》亦就數位時代之各項挑戰研擬整體對策計畫，共涵括七大行動領域，如圖1所示 (BMW, 2017)。



圖1 德國《數位化進程 2014 ~ 2017》七大行動領域。註：整理自 *Legislativbericht. Digitale Agenda 2014-2017* (p. 9), by Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2017, Retrieved from <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/digitale-agenda-legislativbericht.html>

以上七大行動領域之任務是由德國產業界、經濟界、學術界及社會各界人士所組成之協調機制共同合作監控，以確保數位化進程中的不同行動領域間能彼此合作發揮成效。《數位化進程2014~2017》亦明確指出，當前的德國教育系統需培養出具備良好媒體素養、能夠滿足數位化工作世界和知識社會各方面所需要的人才。是以，在教育方面，其欲達成之目標主要有以下三點 (BMW, 2017)：

1. 培養適應數位化社會的人才：德國政府將聯合各邦的教育部門與機構，提供學習者使用數位化媒體的機會和多方面的支援，並不斷開發數位化學習策略以提高教育品質。

2. 能充分迎接數位化行動帶來的多方面挑戰：教育部門與機構全面分析培訓需求，並在此基礎上運用適合的數位媒體工具支援培訓活動。

3. 加強職業教育領域對數位媒體工具的使用。

在「工業4.0」將IT與工業技術深度融合的背景，下，《數位化進程2014~2017》強調應促進IT課程和工程課程的整合，讓員工和求職者更符合數位化工作的要求，避免未來人才瓶頸的問題，更積極吸納外國IT專業人才，加大對外國執業資格的認證。德國政府透過《數位化進程2014~2017》的七大行動領域全面引領數位化發展。

## (二) 《數位策略白皮書 2025》

BMW在歷經長達四個月的諮詢，透過不同溝通管道進行討論，以及與來自產業界、學界、公民團體和政界的專家共同舉辦了五場關於未來數位化平臺監管框架的研討會，希望為德國現代化數據經濟、高效的光纖網路和民主的數位文化設定框架，於2016年發布了《數位策略白皮書2025》，積極推動數位科技應用，使企業有能力善加利用科技創造優勢，期望國內生產總值 (gross domestic product, GDP) 增加820億歐元 (BMW, 2016)。

《數位策略白皮書2025》確立了德國數位化的核心目標和行動領域，並規劃在2025年以前完成全國光纖網路基礎建設之布建，總計將投入1,000億歐元的資金進行，目標為使全民均享有快速之聯網頻寬（BMW, 2016）。其主要欲達成的任務有十大項目，如圖2所示。



圖 2 德國《數位策略白皮書 2025》十大目標項目。註：整理自 *Digitale Strategie 2025*, by Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2016, Retrieved from <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/digitale-strategie-2025.html>

此外，《數位策略白皮書2025》亦揭櫫德國未來如何在以下五大行動領域實施數位監管政策（BMW, 2016）：

1. 建立公平競爭的環境。

2. 建立現代化數據經濟所需之政治配套措施。

3. 擴大全國性光纖數位基礎設施。

4. 確保民主的數位文化。 *Democratic 未必直譯為「民主」。*

5. 發展數位化國家能力，並強化制度結構。

在教育方面，為達成普及全民、各年齡層之數位化學習的目標，至2025年前，每位畢業生都將擁有計算機科學、運作原理、程式設計等基本知識。其欲達成之教育目標有以下三點：

1. 2025年，德國成為數位基礎教育領域的領頭羊之一。
2. 2025年，對職場而言，能習得最新IT知識是最重要的。
3. 2025年，所有公立教育機構都應提供線上課程。

為實現以上目標，德國政府從各個層面著手，從基礎教育、職業雙軌制教育、高等教育、繼續教育等，促進數位教育和改善數位基礎設施，且聯邦和各邦政府在教育事務上更加密切地合作（BMW, 2016）。

### （三）數位化教育世界 2030

BMBF前部長J. Wanka表示：

如今數位化滲透到生活的各個領域，改變了人們的生活和工作。為此，良好的教育是適應這個數位化社會的先決條件。從兒童教育到終身學習皆須充分抓住數位化改革的機會，為此，BMBF和BMW將提供必要的基礎設施支持。（BMBF, 2016）

2016年德國政府發布了《數位型知識社會的教育策略》全面推動德國數位化教育，其策略行動框架稱為「數位化教育世界2030」，內容涉及五大重點領域，如圖3所示。



圖3 德國「數位化教育世界2030」五大重點領域。註：整理自 *Bildungsoffensive für die digitale Wissensgesellschaft. Strategie des Bundesministerium für Bildung und Forschung* (p. 11), by Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2016, Retrieved from [https://www.bmbf.de/files/Bildungsoffensive\\_fuer\\_die\\_digitale\\_Wissensgesellschaft.pdf](https://www.bmbf.de/files/Bildungsoffensive_fuer_die_digitale_Wissensgesellschaft.pdf)

「數位化教育世界2030」為目前德國政府推展數位化教育最重要的政策，因此，研究者認為在探討「高等教育4.0」數位化發展樣貌前，應對此政策做更進一步的瞭解。以下為「數位化教育世界2030」五大重點領域之推行要點（BMBF, 2016）：

#### 1. 實施數位化教育

(1)中小學：德國聯邦與各邦政府聯手推出「品質師資培訓計畫」（Qualitätsoffensive Lehrerbildung）以加強教師的數位化教學能力，並鼓勵中、小學生參加各類數位競賽，如Informatiker-Biber、Bundeswettbewerb Informatik、Ivent a chip等，培養與發掘有數位天賦的學生，教學內容方面則倡導應貼近現實生活環境及推廣互動性強的「體驗式學習」。

(2)職業教育：透過「職業教育4.0」（Berufsbildung 4.0）計畫，

推動雙軌學制的數位化發展，並藉由「教育人員媒體運用培訓計畫」（Medienqualifizierung pädagogischer Fachkräfte）加強職業師資的數位媒體運用能力。德國聯邦職業教育研究所（Bundesinstitut für Berufsbildung, BIBB）更推出多項研究計畫，針對數位化對企業及職業教育所帶來的挑戰進行研究。

(3)高等教育：由BMBF、德國學術促進者協會、高等教育發展中心（Center for Higher Education Development, CHE）以及大學校長會議（Hochschulrektorenkonferenz, HRK）共同舉辦「高等教育數位化論壇」（Hochschulforum Digitalisierung, HFD），分析數位化教育改革對學生、教師和行政人員所帶來的影響，並根據分析結果提供建議。此外，推出「教學品質協定」（Qualitätspakt Lehre），積極推動高等教育的線上測驗、線上學習規模以及混合式學習等工作，更強化數位學習分析、智慧輔導制度及線上測驗系統三方面的重點研究。

(4)繼續教育：為使企業趕上國際市場最新發展，BMBF自2011年起透過「藉由開放大學教育獲得職場晉升」（Aufstieg durch Bildung: offene Hochschulen）計畫，資助設於大學內或少部分位於校外的機構之在職進修專案計畫，提供學術性與知識性的進修課程予企業界專家們以充實新知，協助其與科技發展的速度同步。

#### 2. 擴建數位化基礎設施

對發展數位化教育而言，數位化基礎設施為不可或缺的先決條件。因此，聯邦與各邦教育廳簽署了《數位化協定》（DigitalPakt#D），共投入50億歐元經費，資助全國約40,000所中小學、職業學校的數位化教學設備的架設。各邦教育廳須提出適切的方案以落實各校教師在數位教學能力上的培養或進修，並達成各邦間的共同技術標準協議，以統一管理和維護學校的軟、硬體設施。

直接和線上評量測考  
重要研究，務求得厲害  
不是給「補救」的成人。

### 3. 制定合乎時代的法律框架

在數位化發展進程中，為教育領域的個人資料交流制定統一透明的規則為重要的一環。教師、學生和教材製作者應明瞭相關法律框架，並按照規定進行。BMBF推行「開放取用策略」(Open-Access-Strategie)，致力於排除開放取用的法律和技術障礙，更透過「數位化世界的自主與安全」(Selbstbestimmt und sicher in der digitalen Welt)研究計畫提撥1,800萬歐元的經費，針對更加安全的網路發展進行跨部門的協同研究。

### 4. 支持策略化的組織發展

教育機構應制定數位化策略發展計畫，並具備落實教育數位化的必要資源。因此，教育機構的領導者需具備落實教育數位化所需的組織、技術和管理能力，教師應將數位化媒體和專業課程做適當結合，且運用到教學、人力資源和教育政策中。此外，BMBF積極展開「高等教育數位化研究」(Forschung zur digitalen Hochschulbildung)計畫，支援大學擴建IT部門和相關組織架構，並成立「區域數位能力中心」(Regionale Kompetenzzentren Digitalisierung)，致力於實現地區的數位化發展。

### 5. 開發國際化的潛能

為使德國高等教育能憑藉其高品質的數位教育吸引留學生，在國際教育市場上占有一席之地，透過「德國學術交流資訊中心」(Deutscher Akademischer Austauschdienst, DAAD)的支援，一方面對留學申請者提供全面性的協助，另一方面透過模組化的數位教育推動國際學生的流動。在職業教育方面，藉由數位化教育課程發展國際化職業培訓合作，提升職業培訓生的流動性，更增強國際學生赴德國參與職業培訓的興趣，並透過數位化教育課程彌補其所缺乏的職業技能知識(BMBF, 2016)。

## 二、德國數位化策略分析

本研究在探究了德國政府所推行的的重要數位化政策後發現，德國透過各項政策相輔相成、多方面進行引領及藉由大量措施的推行，全面地對數位化發展帶來了豐碩的成果。根據《數位化進程2014~2017》的檢討報告(Legislaturbericht. Digitale Agenda 2014-2017)指出，整體而言，聯邦政府在所有七個行動領域取得了決定性的成功(BMWi, 2017)。在第五大行動領域，德國特別關注職業教育數位化的發展，提出了「職業教育4.0」計畫，積極展開技職教育的升級。該計畫成效卓著，促使企業開展雙元制職業教育的積極性增強，企業提供學徒名額總數、企業接收新學徒人數及新簽署職業培訓合約數量皆大幅增加，據統計，至2018年9月30日增加了531,400件新職業培訓合約(BIBB, 2019)。研究方面，除持續關注數據安全議題外，更強化人機互動相關研究，於2015年底展開「科技帶向人類」(Technik zum Menschen bringen)計畫，其豐碩的研究成果也應用於醫療、行動與照顧領域的機器人發展(Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, 2017)。

《數位策略白皮書2025》著手強化相關促進數位科技研發與競爭力的政策規範，創設主管全國數位化事務之專責機構、制訂適用於數位化時代的法規環境、給予中小企業數位科技研發之稅賦抵減優惠等，成效卓著，使企業的數位化信心大幅提升。2018年BMW i透過對1,061家企業進行調查，總結計算出「數位化表現指標」(The Digital Economy Index)。該指標在2016年由2015年的49分大幅升至55分，2017年及2018年仍維持在54分的水準，並預測2023年將提高至58分(簡劭騏, 2019)。

「數位化教育世界2030」全面關注教育數位化的發展。在高

等教育方面，2016年德國政府發布了《因應職場4.0的大學教育》（*Hochschulbildung für die Arbeitswelt 4.0*）報告書，提出了八個為因應未來職場，大學教育應關注的要點（Acht Thesen zur Akademischen Arbeitswelt der Zukunft）（Stifterverband, 2016b）：

- （一）數位化技術工作將成為能力培養中不可或缺的部分。
- （二）例行性的工作將從職場4.0中消失，並且會被複雜的學術工作所取代。
- （三）隨著大數據的蓬勃發展，研究性的工作和制度將與職場世界融合。
- （四）學者須提升學術能力，以因應人機互動及以數位化為導向的新工作樣貌。
- （五）愈來愈多職場人才需具備學術涵養，愈來愈多學者需具備職場知識。
- （六）學習塑造了新的工作，而工作塑造了新的學習。
- （七）在職場4.0中，新的團隊合作形式要求高度的個人責任感。
- （八）年輕一代的學者將會改變職場的樣貌。

綜上所述，本研究將三大數位化政策的共同目標整理如圖4所示。

《數位化進程2014~2017》強化運用適合的數位媒體工具支援培訓活動，更加強職業教育領域對數位媒體工具的使用；《數位策略白皮書2025》普及全民、各年齡層之數位化學習的目標；「數位化教育世界2030」從基礎教育、職業雙軌制教育、高等教育、繼續教育等，貫徹整個教育鏈的數位化發展。

「工業4.0」改變了職場的環境與生態，使得職場對人才的要求進一步改變了教育的內涵與模式，使其必須進行革新，才能在工業4.0的洪流中培育出適應新型態市場的人才。根據OECD於2017年9月12日公布的最新教育研究報告《2017年教育概覽：OECD指標》（*Education at*



圖 4 德國三大數位化政策的共同目標

*a Glance 2017: OECD Indicators*) 指出，德國教育系統被評定為成效卓著，年輕人從教育系統過渡到職場的過程非常順暢，故其教育系統與工作職場間的配合更被評為特別優良（〈OECD評比〉，2017）。

2018年更頒布了《高科技策略2025》（*HighTech-Strategie 2025*），發展以人為本的研究與創新，側重於開創研究新領域之關鍵技術，加強國民職業教育與數位學習，建構完善的資訊安全環境，推動政府數位化服務轉型，以強化知識的影響力（王皓怡，2019）。由

此可見，德國政府致力於同步進行產業與教育的數位化發展，更積極發展「高等教育4.0」以培養未來數位化世界所需的人才。

### 肆、德國「高等教育4.0」數位化發展樣貌

德國政府所推動的三大數位化政策直接或間接地影響了大學本身，以及與高等教育發展相關的機構推行數位化革新策略。Baecker (2015) 認為數位化應成為大學研究、教學的主題以及教育的媒介，促使大學重新思考與改變教學、研究及行政管理的模式。Scheer (2015) 指出大學若要升級為4.0，應從教學、研究及行政管理三大面向展開，共同構築德國「高等教育4.0」的樣貌。因此，本研究欲探討在國家層面的數位化政策推動背景下，德國大學及其相關機構如何在此三大面向進行發展。

#### 一、教學面向

長久以來，德國大學的研究能量一直為德國創新發展的重要支撐，但相較於研究，教學發展則顯得有些遲滯不前，主要有以下因素 (Scheer, 2015)：

(一) 研究與教學合一為德國大學的基本核心，然而相較於教學，德國大學更重視研究的表現。在教師評鑑方面，亦以學術研究能量為主。因此，在教學面向的發展便容易被忽略。

(二) 許多科系的授課形式仍以大講堂課為主，師生的互動顯得薄弱。

(三) 有許多入學名額限制的科系 (如醫學、心理學等)，使得學生尋求至國外就讀成為趨勢。

(四) 大學所教授的課程內容，時常過於著重理論而偏離實際應

用。

(五) 大學對於繼續教育不夠重視。

「工業4.0」的出現對傳統德國大學的教學方式與品質鳴起了警訊，《數位策略白皮書2025》與「數位化教育世界2030」的內容皆明示應全面實施數位化教育。儘管數位化教學在德國已行之多年，惟仍屬於單一課程的應用而不夠全面。爰此，為迎接「工業4.0」所掀起的數位化浪潮，德國高等教育機構正大刀闊斧地進行數位化改革，企圖喚起大學的數位魂，在教學上進行大幅度的改變，使得教學4.0的樣貌逐漸浮現，如圖5所示。

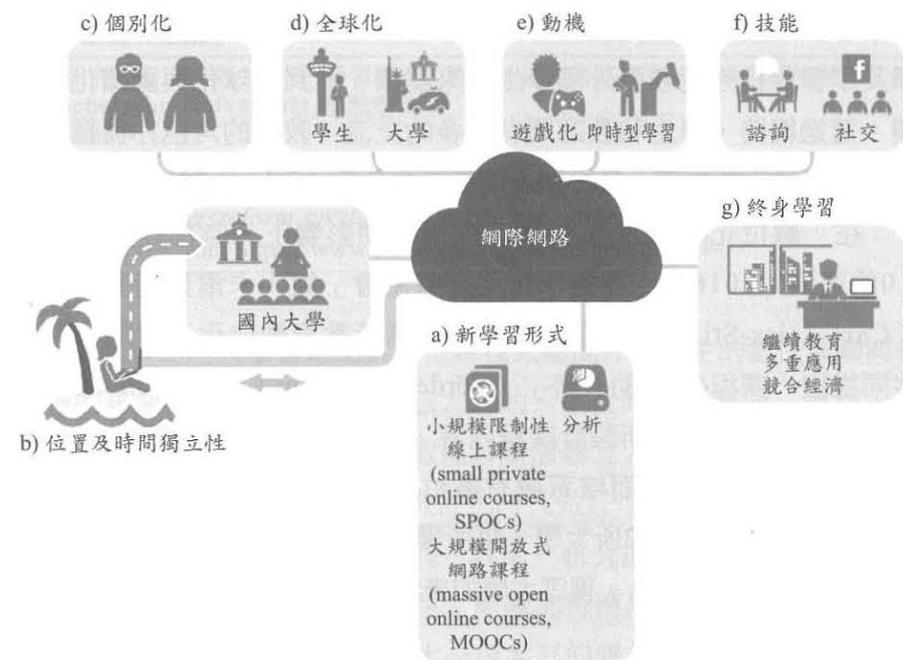


圖5 高等教育教學4.0數位化發展樣貌。註：整理自 *Hochschule 4.0. Whitepaper Nr. 8* (p. 7), by A.-W. Scheer, 2015, Retrieved from <https://hochschulforumdigitalisierung.de/sites/default/files/dateien/Hochschule-4.0-Whitepaper-Professor-Scheer.pdf>

使用網路為「數位原民」(digital natives)世代學生生活的一部分。因此,在4.0時代將數位融入教學為不可避免的趨勢,且隨著新科技不斷地推陳出新,教師將其融入教學的方式亦日趨多樣化。數位學習不再僅意味著將現有的學習教材數位化,而是像SPOCs、MOOCs的模式,以及互動式影片等,數位學習新形式開啟了不受時空限制的新學習形式(Scheer, 2015)。

《數位化進程2014~2017》指出,為培養適應數位化社會的人才,應提供學習者使用數位化媒體的機會和提供多方面的支援。德國教學4.0的數位學習目標為使課程設計更具個別化,讓學生能從模組化的學習內容中達到個別化的學習,學習進度亦能透過教師或平臺的即時回饋給予個別調整,從而提升學生的學習動機與成效。此外,數位化教學及學習課程亦能吸引外國學生前來就讀,達到全球化與國際化的目標。透過網路,學生和教師間有更多的交流,教師的角色亦從授課者轉變為學習的諮詢者,且扮演著陪伴者的角色(Scheer, 2015)。

在「數位化教育世界2030」政策推動影響下,為加速德國教學4.0的進展,2016年「德國學術促進者協會」與「卡爾蔡司基金會」(Carl-Zeiss-Stiftung)亦投入了國家高等教育數位化發展的行列,共同推出「課程4.0資助計畫」(Förderprogramm Curriculum 4.0),期透過此計畫支持重新設計課程內容,使大學的課程架構革新及課程內容融入數位化,進而培育擁有數位素質及能適應數位化社會的學生。該計畫共資助了12所大學,每所獲選的大學各得到6萬歐元的補助來實踐其數位教學理念。獲選大學如表2、表3所示。

表2  
德國學術促進者協會資助德國國內不限學科的六所高等教育機構

高等教育機構	數位課程名稱
明斯特應用科學大學 (Fachhochschule Münster)	彈性課程——經濟工程
波茨坦應用科學大學 (Fachhochschule Potsdam)	設計 0815
美茵茲大學 (Johannes Gutenberg-Universität Mainz)	數位時代的醫學
馬格德堡大學 (Otto- von-Guericke-Universität Magdeburg)	中小企業工業 4.0 商業模式的發展——作法、方式和工具
亞琛工業大學 (Rheinisch- Westfälische Technische Hochschule Aachen)	LEAD ——學習數位行為
凱姆尼茨工業大學 (Technische Universität Chemnitz)	學習創新工程——以技術基礎和能力導向的機械製造領域教學改革

註：整理自 *Curriculum 4.0. Konsequenzen der Digitalisierung für Studiengangsreform an deutschen Hochschulen*, by Stifterverband, 2016a, Retrieved from <https://www.stifterverband.org/curriculum-4-0>

受到資助的大學皆藉由其數位課程大幅提升了學生的數位素養與相對應的專業應用能力,如美茵茲大學的「數位時代的醫學」課程,即教授醫學院學生如何應用現代數位診斷儀器及人工智慧輔助儀器來進行病理的診斷,使學生為醫療數位化時代做好準備(Pauler, 2019);凱姆尼茨工業大學透過其「實踐—教學—研究網絡三角」課程模式,培訓工業4.0背景的工程領域學生;斯圖加特應用科技大學藉由其「工業4.0——智能學習平臺」,使大一至大三的學生透過數位內容學習實用性高的多媒體和技術(Stifterverband, 2016a)。

德國持續推動高等教育的「課程4.0」(Curriculum 4.0),並持續

表3  
卡爾蔡司基金會資助六所高等教育機構之工程和自然科學領域

高等教育機構	數位課程名稱
魏瑪包浩斯大學 (Bauhaus-Universität Weimar)	土木工程APP設計
巴登符騰堡雙元制應用科技大學 (Duale Hochschule Baden-Württemberg, Stuttgart)	透過創新教學內容與方法習得數位轉換能力模組課程
凱澤斯勞滕應用科技大學 (Hochschule Kaiserslautern)	數位社會資訊研究
羅伊特林根應用科技大學 (Hochschule Reutlingen)	技能教學方案——時間彈性與個人知識及概念上的轉換
斯圖加特媒體大學 (Hochschule der Medien Stuttgart)	線上履歷
斯圖加特應用科技大學 (Hochschule für Technik Stuttgart)	工業4.0——智能學習平臺

註：整理自 *Curriculum 4.0. Konsequenzen der Digitalisierung für Studiengangsreform an deutschen Hochschulen*, by Stifterverband, 2016a, Retrieved from <https://www.stifterverband.org/curriculum-4-0>

地對其進行關注與分析。「德國學術促進者協會」所屬的HFD更組成課程4.0工作小組，不斷針對各階段性的發展擬定行動方案與提供建議 (Stifterverband, 2018)。

此外，德國教學4.0亦積極發展繼續教育與終身學習，更將數位學習作為構築終身學習體系的重要途徑，強調應透過對學生的資料分析，針對目前的職業狀況提供教育機會，為下一步的職業生涯做好準備。

除強化終身學習外，跨領域的教學升級易受到重視。2016年

歐洲最大的工業協會「德國機械設備製造業聯合公會」(Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V., VDMA) 委託霍恩海姆大學 (Universität Hohenheim)，針對「工業4.0」對經濟建設發展的影響進行調查並發布《工業4.0——技能資格2025》(*Industrie 4.0 – Qualifizierung 2025*) 報告書，結果顯示有90%的企業認為「工業4.0」將持續發展至2025年，員工第二職能訓練的重要性將更趨明顯；62%的業者認為在4.0時代中，員工職能調整和教育訓練安排須針對跨領域培訓進行強化；42%的企業則認為，鑽研單一學門的員工將不符企業的需求 (VDMA, 2016b)。有鑑於此，德國大學重視學生跨領域專業知能的訓練，畢竟在工業4.0推動的人機協同運作中關鍵的還是人類，並非機器。綜上所述，「工業4.0」的發源地德國，檢視大學端的人才培育方向是否切合未來產業需求，培養學生的終身學習能力，並推動人文與科技整合的跨領域教育，已成為德國大學的最新省思 (VDMA, 2016b)。

## 二、研究面向

一直以來，研究為德國大學的重要職責，然而傳統的研究模式已無法應付4.0時代所需。《數位化進程2014~2017》與「數位化教育世界2030」政策內容皆強調研究成果要能即時被應用與推廣，以應付社會經濟所需。對此，Scheer (2015) 對4.0時代應有的研究樣貌提出了研究4.0的模式，如圖6所示。

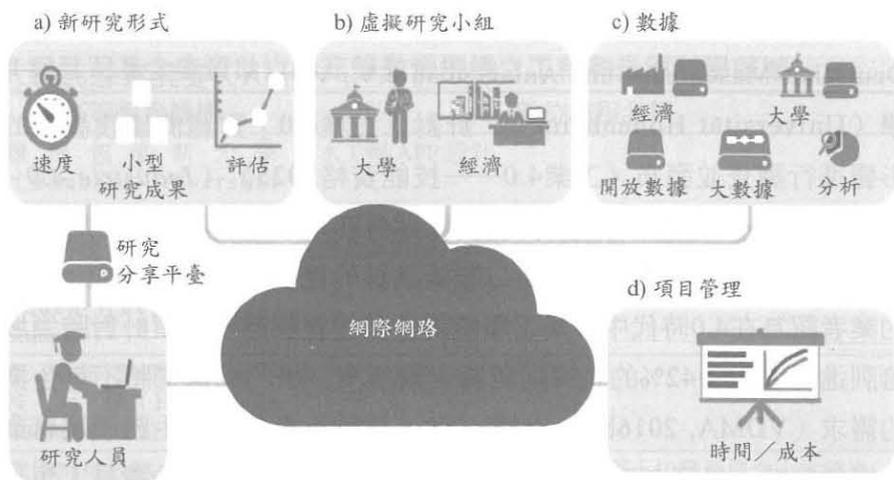


圖6 高等教育研究4.0數位化發展樣貌。註：整理自 *Hochschule 4.0. Whitepaper Nr. 8* (p. 21), by A.-W. Scheer, 2015, Retrieved from <https://hochschulforumdigitalisierung.de/sites/default/files/dateien/Hochschule-4.0-Whitepaper-Professor-Scheer.pdf>

由於研究與教學密切相關，因此數位化教學的一些推動因素，如位置及時間的獨立性及全球化等，亦能應用於研究上。4.0時代的研究透過網路平臺，如研究分享平臺ResearchGate等，能連結全世界有著相同研究興趣的研究員，且研究成果不再僅限於以期刊文章或書籍等正規格式出版，而是能夠直接透過網路以小型研究成果的方式呈現。透過網路的聯繫可組成研究小組，有助於找到適合的合作夥伴、協調撰寫研究計畫，也有助於之後執行的研究項目。數位化創造了新的虛擬研究空間，透過群組軟體（Groupware）精簡並加快視訊會議及分散式處理同一工作的程序。此外，以資料開放平臺（Open Data）的方式，不僅能夠公開彙整後的數據，也能公開原始數據資料，提供其他研究者使用，使他們能夠隨時反覆分析這些數據。至於新資料庫概念，像是記憶體資料庫（inmemory）及非關聯式資料庫（NoSQL）則能夠對大

型資料庫進行即時評估（realtime-auswertung）。此外，有著眾多研究者參與的繁複研究項目需要專業的項目管理，而現代IT工具也可使用於項目管理中，以節省時間與成本的考量（Scheer, 2015）。

除勾勒研究4.0的樣貌外，在《數位化進程2014~2017》計畫框架下，2015年德國政府啟動了名為「數位化世界的自主與安全」的IT安全研究框架計畫，提撥1,800萬歐元的經費，針對更加安全的網路發展進行跨部門的協同研究，並於達姆施塔特工業大學（Technische Universität Darmstadt）、薩爾布呂肯大學（Universität des Saarlandes）及卡爾斯魯厄理工學院（Karlsruher Institut für Technologie）內設置IT安全研究能力中心（BMWi, 2017）。

在《數位策略白皮書2025》計畫框架影響下，BMBF積極提升高等教育的研究能量，推行「開放取用策略」，致力於排除開放取用的法律和技术障礙，更自2016年起陸續啟動四階段的「數位高等教育計畫」（Digitale Hochschulbildung），致力於發展高等教育數位化的研究，並對大學或研究機構所提出的研究項目進行資助（Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, 2020）。2018年更建置「數位化學術系統——國家研究數據基礎架構」（Digitalisierung des Wissenschaftssystems—Nationale Forschungsdateninfrastruktur, NFDI），透過建立聯合和網絡化的知識庫，對經常分散和臨時存儲的數據庫進行索引和系統化，以持續地保護和利用研究數據，進一步強化德國的學術創新系統。

此外，在國家層面的數位化政策推動影響下，BMBF前部長Wanka於2017年5月23日宣布德國「互聯網研究院」（Deutsches Internet-Institut）在柏林成立。該研究院的建設方案由柏林自由大學（Freie Universität Berlin）、柏林洪堡大學（Humboldt-Universität zu Berlin）、柏林工業大學（Technische Universität Berlin）、

柏林藝術大學 (Universität der Künste Berlin) 及波茨坦大學 (Universität Potsdam) 等五所大學，以及弗勞恩霍夫研究中心 (Fraunhofer FOKUS) 和柏林社會研究科學中心 (Berlin Social Science Center, WZB) 等兩家研究機構所組成的聯盟共同策劃，亦受到由牛津大學 (University of Oxford) 互聯網研究院 V. Mayer-Schönberger 教授領銜的國際專家評委會的肯定，最終在五個候選方案中脫穎而出。至2021年為止，BMBF將提供5,000萬歐元的經費支援。除尖端研究和資助科學後備人才外，其研究成果將會切實地落實到社會、經濟和政界等領域，亦注重從倫理、法律、經濟和社會等不同角度，針對數位化發展所產生的社會轉型和變化進行分析，繼而提出未來的行動建議，為社會、機構、企業和政策制定者提供切合實際的實施方案 (BMBF, 2017)。

再者，德國大學為加深對「工業4.0」的研究及擴大其應用的範圍，在《數位策略白皮書2025》的影響下，2016年起已有15所大學相繼展開「工業4.0」的相關應用研究，如表4所示。

其中，TUM (2020b) 更成立了「工業4.0能力中心」 (Kompetenzzentrum Industrie 4.0)，以強化4.0時代的研究，其合作的企業夥伴提供講習、工作坊、諮詢等，更協助指導學生相關論文研究，大大提升了研究的實踐能量。

此外，如亞琛工業大學、漢堡聯邦國防大學等，更符應了《數位化進程2014~2017》強調人機互動研究的目標，透過「跨域專家團隊建置」 (Interdisziplinärer Kompetenzaufbau) 競賽方案，啟動跨域人機互動研究，建立可跨域合作的新生代人才團隊，以解決產業與社會生活實際科技應用問題 (BMBF, 2015)。

根據全球四大專業諮詢機構之一的普華永道 (Pricewaterhouse Coopers, PwC) 所發表的《研究與發展4.0》 (Forschung und

表4  
進行「工業4.0」相關應用研究的大學及其系所

高等教育機構	進行工業4.0相關應用研究的系所名稱
慕尼黑工業大學 (Technische Universität München, TUM)	自動化和資訊系統學系；物流運輸技術學系；機床和工商管理學院
凱姆尼茨工業大學	企業管理和工廠系統學院；薩克森紡織研究所
亞琛工業大學	機構工程資訊管理學系；學習與知識管理中心；企業控制論學院；原料產業機構工程學院；紡織工藝學院；過程控制學系；機床實驗室之生產測量技術教席與生產系統品質管理學系
達姆施塔特工業大學 (Technische Universität Darmstadt)	設計資訊處理專業學系；生產技術與製造機械學院；生產管理、技術和機床學院
斯圖加特大學 (Universität Stuttgart)	自動化與軟體工程學院；機臺學院；系統學與控制工程學院；機床和生產設備控制技術學院
漢堡聯邦國防大學 (Helmuth-Schmidt-Universität)	自動化工程學院
波茨坦大學 (Universität Potsdam)	工業4.0應用中心商業資訊 (流程與系統) 學系
不萊梅大學 (Universität Bremen)	生產與物流有限公司不萊梅學院
德勒斯登工業大學 (Technische Universität Dresden)	企業環境經濟學系
埃爾朗根—紐倫堡大學 (Universität Erlangen-Nürnberg)	生產自動化和生產工程學系
凱撒勞騰工業大學 (Technische Universität Kaiserslautern)	生產技術和企業組織學系；虛擬產品開發學系
多特蒙德工業大學 (Technische Universität Dortmund)	生產系統學院；經濟社會學院
漢諾威大學 (Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover)	產品開發和設備製造學院；工廠設備與物流學院；製造工藝和機臺學院
波鴻魯爾大學 (Ruhr-Universität Bochum)	生產系統學系
哥廷根大學 (Georg-August-Universität Göttingen)	哥廷根社會學研究所

註：整理自 *Ein Überblick: Industrie-4.0-Forschung an deutschen Forschungsinstituten*, by Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V., 2016a, Retrieved from <https://industrie40.vdma.org/documents/4214230/5356229/140+Forschung+an+deutschen+Forschungsinstituten+2016/c2870224-e550-40f0-ae10-3632529f6949>

柏林，漢堡不在名單上。他們不序中或不作為？還是哥丁根「沒落」了？

*Entwicklung 4.0*) 指出，德國積極透過研究與工業4.0發展的相輔相成，以降低成本、減弱風險、籌募資金及培育專業人才 (PwC, 2017)。

再者，近年有鑑於5G技術預計將為實現「工業4.0」發揮關鍵的作用，德國於2017年提出《德國5G發展策略》(5G-Strategie für Deutschland)。目前德國多所大學已著手進行5G相關研究，最著名的為亞琛工業大學啟動了歐洲最大的5G工業園區(5G-Industry Campus Europe)研究項目，為實現「工業4.0」創造了全球獨一無二的5G技術研發生態系統(BMVI, 2017; Meitinger, 2020)。由此可見，德國大學的研究能量已與業界交織在一起，形成密不可分的網絡。

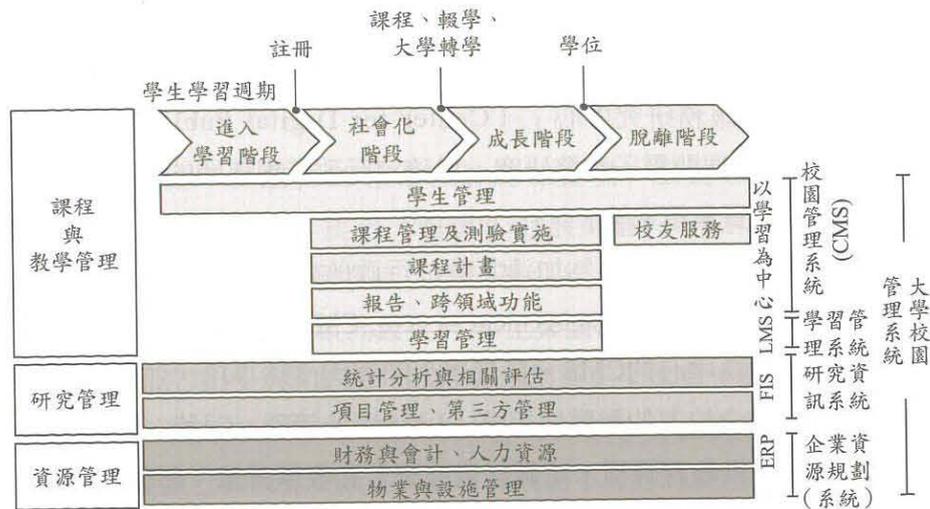
### 三、行政管理面向

為發展行政數位化並建立數位化行政管理的法律框架，德國於2013年8月1日正式實施《電子政務法》(E-Government-Gesetz, EGovG)，從法律意義上規定如何為人民和企業建立行政管理的電子化通道及電子化條件下的工作模式。2014年德國為執行《數位化進程2014~2017》第三大行動領域——創新之國家政府，由內政部頒布《數位行政2020》(Digitale Verwaltung 2020)行動計畫，旨在使人民享有行政機關更加簡便、人性化、不受時間與地點限制的服務，並強調個人資安保障。其內容明示紙本檔案將全面轉換為數位版本，行政業務處理過程也將數位化、聯網化及電子化，如此可減輕行政部門的業務負擔及節省資源(Bundesministerium des Innern, 2014)。《數位行政2020》的實施，建立了德國行政管理的總體框架。大學身為高等教育機構組織，亦積極朝向行政數位化發展。如布蘭登堡邦(Brandenburg)為其邦內的大學設立了「布蘭登堡大學數位化轉型中心」(Zentrum der Brandenburgischen Hochschulen für Digitale Transformation, ZDT)，

加強各大學的行政管理並改善其行政IT服務(Move, 2019)；TUM(2020b)為發展行政管理現代化法律基礎及相關規定，特別設立了「數位公共服務研究中心」(Center for Digital Public Services, CDPS)，積極展開電子政務研究，以確定行政管理部門的需求並為行政數位化制定質量標準等。

此外，德國許多大學為加速其數位行政的效率，引進了「大學校園管理系統」(campus management system, CMS)(如圖7所示)，其涵括了以學習為中心的CMS，負責學生課程與測驗事項，並予以數位資訊化，更包含校友的聯繫與服務；LMS用於管理、記錄、跟蹤、報告、自動化提供教育課程、培訓計畫或學習和發展計畫；FIS則負責統計分析及項目管理事項，亦顧及大學第三方資金與管理的事務；ERP則主要負責財務與會計、人力資源，以及物業與設施管理的部分。大學運用CMS，分別在課程與教學、研究以及資源管理上進行有系統的數位化管理。除了CMS外，自2014年起德國許多大學亦應用各種管理軟體，使其行政管理更加數位化(參見表5)。

各大學透過數位管理系統，將校園內各單位的資源整合起來，形成一個網絡，以提高行政管理的效率與校內資源的利用率。如漢堡大學(Universität Hamburg)、萊比錫大學(Universität Leipzig)及奧斯納布呂克應用科技大學(Hochschule Osnabrück, formerly Fachhochschule Osnabrück)利用校園整合管理系統(CampusNet)，在入學、課程、教學、研究、人事、財會資源管理上進行有系統的管理，建置整體行政e化的環境(Universität Hamburg, 2020)；TUM、慕尼黑應用技術大學(Hochschule München University of Applied Sciences)及科隆大學(Universität zu Köln)透過校園資訊管理系統(CampusOnline)整合了與學習和教學相關的所有過程的資料，該系統不僅作為在線管理訊息系統，亦作為資訊展示系統，使全校行政人員及師生皆能透過該



說明  
 CMS：校園管理系統  
 LMS：學習管理系統  
 FIS：研究資訊系統  
 ERP：企業資源規劃(系統)

圖7 大學校園管理系統。註：整理自 *Digitalisierung der Verwaltung bei der Einführung von Campus-Management-Systemen an Hochschulen* (p. 12), by H. Gilch, I. Jungermann, and K. Wannemacher, 2017, Retrieved from [http://www.gfhf.net/wp-content/uploads/2016/07/0083\\_Jungermann-Digitalisierung der Verwaltung.pdf](http://www.gfhf.net/wp-content/uploads/2016/07/0083_Jungermann-Digitalisierung%20der%20Verwaltung.pdf)

系統進行資訊的整合與交流，大大促進了行政數位化的發展 (TUM, 2020a)。

總整而言，受到「工業4.0」的衝擊，德國正式展開「高等教育4.0」以進入數位化的階段，透過政府政策的支持與引導，在教學、研究與行政管理三面向開啟了大學數位化的新紀元，並以培養未來職場所需的數位人才為目標。

表5 德國高等教育機構應用數位管理軟體列表

高等教育機構	數位管理軟體產品
1 施派爾德國管理大學 (Deutsche Universität für Verwaltungswissenschaften Speyer) 歐洲應用科技大學科隆商學院 (Cologne International Business School, European University of Applied Sciences)	大學管理軟體解決方案 (academyFIVE)
2 薩克森管理應用科學大學 (Fachhochschule der Sächsischen Verwaltung) 圖林根管理應用科技大學 (Thüringer Verwaltungs Fachhochschule) 威悉山地應用科技大學 (Hochschule Weserbergland)	整合大學規劃及組織流程軟體 (Antrago Academy)
3 漢堡大學 (Universität Hamburg) 萊比錫大學 (Universität Leipzig) 奧斯納布呂克應用科技大學 (Hochschule Osnabrück)	校園整合管理系統 (CampusNet)
4 TUM 慕尼黑應用科技大學 (Hochschule München) 科隆大學 (Universität Köln)	校園資訊管理系統 (CampusOnline)
5 烏爾姆大學 (Universität Ulm)	大學管理系統 (CampusCore)
6 海爾布隆應用科技大學 (Hochschule Heilbronn) 卡爾斯魯厄應用科技大學 (Hochschule Karlsruhe) 卡爾斯魯厄理工學院 (Karlsruhe Institute of Technology)	CAS 學生學習週期管理系統 (CAS Campus)
7 耶拿大學附屬醫院 (Universitätsklinikum Jena) 漢堡大學附屬醫院 (Universitätsklinikum Hamburg) 法蘭克福大學附屬醫院 (Universitätsklinikum Frankfurt)	整合醫學院系統解決方案 (FACTScience MedCampus)
8 班堡大學 (Universität Bamberg) 哥廷根大學 (Universität Göttingen) 尼爾廷根應用科學大學 (Fachhochschule Nürtingen)	整合模組與測驗管理系統 (FlexNow)

(續下頁)

表5 (續)

高等教育機構	數位管理軟體產品
9 埃爾朗根—紐倫堡大學 康斯坦茨大學 (Universität Konstanz) 下萊茵應用科技大學 (Hochschule Niederrhein)	大學流程及結構管理系統 (HISinOne)
10 TUM 慕尼黑大學 (Ludwig-Maximilians-Universität München) 維爾茨堡大學 (Julius-Maximilians-Universität Würzburg)	開放校園管理軟體 (OpenCampus)
11 霍夫應用科技大學 (Hochschule für Angewandte Wissenschaften-Fachhochschule Hof) 英戈爾施塔特應用科技大學 (Technische Hochschule Ingolstadt) 佛萊堡應用科技大學 (Evangelische Hochschule Freiburg)	PRIMUSS 校園資訊技術系統 (PRIMUSS Campus IT)
12 柏林自由大學 法蘭克福應用技術大學 (Fachhochschule Frankfurt am Main) 薩克森職業學院 (Berufsakademie Sachsen)	SAP 學生學習週期管理軟體 (SAP SLCM)
13 耶拿應用科技大學 (Hochschule Jena) 奧斯特法利亞應用科技大學 (Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften) 密特維達應用科技大學 (Hochschule Mittweida)	統計分析軟體 (S-PLUS)
14 比勒費德中型企業應用技術大學 (Fachhochschule des Mittelstandes) 東威斯特法倫—利普管理經濟學院 (Verwaltungs- und Wirtschaftsakademie Ostwestfalen Lippe)	校園管理系統 (TraiNex)

註：整理自 *Campus-Management-Systeme – Begriff, Potenziale und Entwicklungslinien*, by G. Auth, 2016, Retrieved from [http://www.hof.uni-halle.de/web/dateien/pdf/Impulsreferat\\_Gunnar-Auth.pdf](http://www.hof.uni-halle.de/web/dateien/pdf/Impulsreferat_Gunnar-Auth.pdf)

## 伍、反思與建議

### 一、反思

近年來，數位化議題已成為全球產業發展上的重要趨勢，臺灣當然也不例外，亦已著手進行數位化的改革。但根據全球智庫排行第一名的MGI所發布的《臺灣刻不容緩的數位化課題：如何透過數位轉型，重新啟動經濟成長的動力》報告指出，目前臺灣政府雖然已在數位化發展上做了不少努力，但經費大多投入在改善內部作業和流程方面，仍然無法達到全面數位化的目標（高彬原，2017）。王皓怡（2019）亦指出，近年來臺灣的網際網路與電商發展趨於成熟，且擁有厚實的硬體設計能力，但在法制、人才及軟體等方面略顯不足，因應數位產業快速變遷的步調緩慢。

加上近年來雲端運算、大數據等科技的進步神速，已滲透到每個組織當中，數位化的影響早已不僅限於IT部門，而是組織內的每個部門及每個人。至於在數位化對各行各業所帶來的衝擊方面，「人才不匹配」為目前最大的挑戰。大部分的企業發現，除了機器取代人力的問題外，在自動化無法取代的工作上亦很難找到對的人才，如程式設計、大數據分析，以及有能力制定數位策略的人才等。數位浪潮正改寫職場競爭的遊戲規則，使得產業典範轉移所需的數位人才倍增，目前全世界都面臨了人才短缺的恐慌（馬岳琳、程晏鈴，2016）。

是以，在全球化的數位競爭下，各國能否勝出的決定性因素，便是數位人才的多寡。許多先進國家目前皆致力於進行教育改革，以培養未來世界所需的數位人才。目前在德國有超過三分之二的企業認為，數位化專業人才對企業本身的競爭力極為重要，尤其是數據分析知識

(45%)、社群媒體(35%)和程式設計(35%)，而數據保護和數據安全(25%)亦扮演重要的角色。以求職者的角度來看，在新的技術和能力的需求下，其急需新的教育與培訓內容，因為數位能力已成為成功融入職場的先決條件(BMWi, 2016)。高等教育扮演培育社會人才的重要角色，因此首當其衝地面臨了挑戰。

在這場全球數位人才培育的洪流中，臺灣當然無法置身事外。104資訊科技比對臺灣60大產業內的五大IT人才需求在近三年來的變化，在《2016科技風雲報告》中指出，國內五大IT人才缺口高達5.4萬人，其中軟體工程類人員缺口最大，達2.7萬人，較兩年前增加49%，需求成長最強勁，位居五大IT人才之冠(黃慧雯, 2016)。但矛盾的是，國內青年失業率卻居高不下。根據行政院主計總處2017年7月的統計數據顯示，30歲以下的失業人口，以大專畢業、20~24歲的年齡層最為嚴重，失業率從過去的6%一路攀升至14.67%，達到高峰(洪凱音, 2017)。如此矛盾的情況形成了一方面產業找不到人才，一方面大學畢業生找不到工作的窘境，亦再次凸顯了我國高等教育結構性的問題。

此外，根據國際數據資訊中心(International Data Corporation, IDC)於2017年12月所發布的「2018年臺灣市場的十大ICT預測」中表示，在市場快速變動以及高度競爭壓力下，數位轉型已是我國企業發展的重心，數位技術和數據是發展的關鍵與核心(TechNews, 2017)。是以，數位化的力量改寫了未來人才的職能，虛擬實境、物聯網、大數據、雲端、機器人、人工智慧、智慧創新等新科技不斷地增強，若要跟上這股潮流，找尋到適合的人才將是未來企業的決勝關鍵。

大學為培養社會重要人才的基地，隨著企業對人才需求的轉變，培養數位人才已是大學的當務之急。現今整個世界在數位科技的刀光劍影中瞬息萬變，各國高等教育無不積極培養新世代人才，以迎接這場

數位人才大戰。然而，由於目前國內高等教育學制僵化，大學仍停留在舊的經濟需求，科系沒有變動，人才被系所綁架，因而產生培育落差。雖然教育部積極推動改變，但仍需要更大幅度的變革(吳琬瑜, 2017)。我國於2016年所頒布的《2016-2020資訊教育總藍圖》中即明確指出，技能不足現已成為社會潛在的隱憂，不少工作逐漸為IT所取代，早期自動化取代了藍領階級，而如今電腦取代了白領階級。教育若不與時俱進，所培育之人才可能未出校門即已被淘汰(教育部, 2016)。

然而，相較於政策面對數位化衝擊的刻不容緩，透過文獻蒐集結果顯示，國內在相關的學術研究發展上卻顯得不足且不夠全面，大多仍集中在探討遠距教學的議題上，而至於高等教育數位化策略發展方面的研究則顯得文獻不足，更遑論對國外經驗的探討，造成無法與國際發展趨勢接軌。

此外，國內以「工業4.0」為背景的相關研究大多與產業發展有關，鮮少用於教育研究上。研究者認為「工業4.0」所引發的數位革命與職場大海嘯皆無法與教育脫節，尤其是高等教育的發展更需與產業的數位化發展同步進行。「工業4.0」改變了職場環境與生態，職場對人才的要求改變了教育的內涵與模式，使其必須進行翻轉，才能在4.0的洪流中培育出適應新型態市場的人才。

綜上所述，在探析德國政府所祭出的各項重要數位化發展政策、瞭解其脈絡，並透過文獻爬梳勾勒出「高等教育4.0」數位化發展的樣貌與實施概念後可得知，德國在理念與實務運作上有其特色及長處，值得作為臺灣參考與省思。本研究根據德國政策推動的歷程與經驗提出以下幾項建議。

## 二、建議

### （一）政府政策的全面實施、逐漸推動與跨界整合

透過本研究對德國政府所推動的數位化政策可得知，其積極在大環境中打造全民數位化的氛圍，更藉由法律框架條件的規定以及不同層面的推動，將數位化進行全面的推廣。《數位化進程2014~2017》強化運用適合的數位媒體工具支援培訓活動，更加强職業教育領域對數位媒體工具的使用；《數位策略白皮書2025》普及全民、各年齡層之數位化學習的目標；「數位化教育世界2030」從基礎教育、職業雙軌制教育、高等教育、繼續教育等，貫徹整個教育鏈的數位化發展。

除全面實施、逐漸推動數位化政策外，研究者認為企業的數位轉型重新定義了高等教育，政府需與時俱進且積極進行跨界整合，以更高層次地思考高等教育的數位轉型，並納入產業與社會等各面向的議題來進行數位化發展。如德國政府藉由各部會政策之推動，並廣納社會各界專家的意見，持續布建與優化國家數位環境，如建設數位基礎設施、完善網路與數據之監管法規、資訊安全防護等，以數位化政策推動的方式優化數位基礎環境，進而支援高等教育的數位化發展。

目前國內重點產業已出現嚴重的研發人才缺口，政府與高等教育機構對於人才培育機制必須與時俱進且考量市場人力需求做適度調整（陳仕誠、莊裕澤，2019）。建議我國可參考德國政府從各個層面著手，透過政策的頒布與各部會的力量整合，以循序漸進的方式一步步實現培育數位人才的目標。尤其在高等教育方面，透過政府政策的支持，全面升級4.0，可有效弭平企業與大學的數位落差，因數位化不應僅侷限於科技層面的發展，應有適當的教育政策引領，方能培育社會與企業所需之數位人才。

### （二）數位教學及研究需與科技發展並進

「工業4.0」的出現對大學的教學鳴起了警訊，《數位策略白皮書2025》與「數位化教育世界2030」的內容皆明示應全面實施數位化教育，在教學上進行大幅度的改變。德國除透過「課程4.0資助計畫」的推動外，更組成課程4.0工作小組，持續關注大學課程4.0的發展。目前我國許多大學的課程設計並未與時俱進地考量新興產業人力的需求，造成學用落差影響畢業生在新興產業的就業競爭力（陳仕誠、莊裕澤，2019）。研究者觀察到德國相當重視大學端與產業端的互動連結，一方面檢視大學端的人才培育方向是否切合未來需求，積極培養學生的終身學習能力，亦同時透過發展繼續教育與終身學習，持續調整員工職能，將數位學習作為構築終身學習體系的重要途徑。

研究方面，應使大學的研究成果與業界的生產力連結成密不可分的關係，強化大學4.0方面的研究以對社會經濟與企業發展有所貢獻。德國設立如「互聯網研究院」等機構，進行尖端研究和資助科學後備人才，並將研究成果切實地落實到社會、經濟和政界等領域。此外，可參考德國建置數位化學術系統，以進一步強化我國的學術創新系統。

此外，研究者認為高等教育數位化的發展絕非僅靠現有政策與資助措施所能達成，必須時時掌握科技的發展及配合其進展。研究者觀察到德國大學的研究能量已與業界交織在一起，形成密不可分的網絡。德國政府於2017年所提出的《德國5G發展策略》，促使德國多所大學著手進行5G相關研究，使5G技術為實現「工業4.0」發揮關鍵作用（Meitinger, 2020）。5G的發展使數位化又向前邁進了一步，德國現階段藉由5G研究實現工業4.0目標，並進一步提升高等教育的數位競爭力。

### （三）重視數位資訊安全與倫理

德國秉持若要全面發展大學數位化，除在教學與研究上進行改革

外，影響大學整體運作的行政部門亦應進行數位化革新，如此，教學與研究才能同時邁向數位化。《數位行政2020》的實施，建立了德國行政管理的總體框架，亦使大學朝向行政數位化發展。我國政府亦可從公部門出發，推行至全面高等教育的行政數位化，且數位行政系統應強調整合性、可擴充性和一致性。德國大學使用CMS，以數位化減輕學校行政負擔及提升行政效能，全面優化校園網路與資訊環境，推動數位科技教學應用於學生學習上。此外，可參考德國推行IT安全研究相關計畫，對更加安全的網路發展進行跨部門的協同研究，以強化數位化世界的自主與安全。

從《數位化進程2014~2017》、《數位策略白皮書2025》及「數位化教育世界2030」的共同目標可得知，德國政府在致力發展數位化的同時，亦相當注重資訊安全，以保障人民的基本權利。

德國HFD目前已針對大量不同程序的評鑑提出一個所謂「數據素養」(Data-Literacy)的標準，其核心重點為運用數據資料學習並不表示只能夠對統計數字進行評估，大學生們也必須意識到看似無窮盡的數據所代表的倫理問題。2018年聯邦政府設置「德國資料倫理委員會」(Datenethikkommission, DEK)的目的為制定一套資料倫理標準和指導方針，作為保護個人、維持社會共存與捍衛資訊時代繁榮的建議。DEK於2019年10月已針對未來數位化政策中的數位資訊安全與倫理議題發布建議報告，包含在數位化世界中加強數位技能和批判性思考；強化對個人人身自由、自決權和完整性的保護；促進負責與善意的資料使用；實施依風險調整的監管措施，並有效控制演算法系統；加強德國和歐洲的數位主權等(簡奕寬，2019；BMI, 2019)。德國政府透過政策，為數位化發展訂定明確的方向，針對硬體、制度、資安，以及人才培育等方面營造良好的環境，促使其高等教育4.0的發展，其各項措施與作法可視為我國政府推動相關政策之明鏡(簡劭

騏，2019)。

當臺灣高喊轉型創新經濟的同時，最核心的關鍵應是改革教育體系，將目標定在培養適應未來數位化世界的人才。德國在政府層面透過了一系列政策的扶持，全面推進數位化發展的速度，從正規教育、職訓體系，以及產、學、研培訓體系等方面共同合作，一起孕育未來生產力4.0所需的各類人才。高等教育層面在政策支持下，積極在教學、研究與行政管理三大面向加速數位化轉型，展開「高等教育4.0」以進入數位化的階段，開啟了大學數位化的新紀元，並以培養未來職場所需的數位人才為目標。雖因國情差異，德國的模式與經驗無法直接參考或移植，但其作法及優點可作為我國反思與借鏡之參照。

致謝：本研究為科技部補助專題研究計畫(計畫編號MOST107-2410-H-160-009-)研究成果之一，僅此致謝。

## 參考文獻

- 王令宜(2013, 8月)。趨勢改變教育，教育引領趨勢：數位化教育趨勢之探析。國家教育研究院電子報，69。取自[http://epaper.naer.edu.tw/index.php?edm\\_no=69&content\\_no=1835](http://epaper.naer.edu.tw/index.php?edm_no=69&content_no=1835) [Wang, L.-Y. (2013, August). Trends shaping education, education eads the trend: Analysis of the trend of digital education. *E-Paper about National Academy for Educational Research*, 69. Retrieved from [http://epaper.naer.edu.tw/index.php?edm\\_no=69&content\\_no=1835](http://epaper.naer.edu.tw/index.php?edm_no=69&content_no=1835)]
- 王皓怡(2019)。數位浪潮下之國際數位治理新格局。取自<https://portal.stpi.narl.org.tw/index/article/10531> [Wang, H.-Y. (2019). *International digital governance in the digital wave*. Retrieved from <https://portal.stpi.narl.org.tw/index/article/10531>]

- 李國維 (2016)。工業4.0 (三)：工業4.0的成功應用實例。取自<https://scitechvista.nat.gov.tw/c/mZr2.htm> [ Lee, G.-W. (2016). *Industry 4.0 (3) : Successful application example of industry 4.0*. Retrieved from <https://scitechvista.nat.gov.tw/c/mZr2.htm> ]
- 吳琬瑜 (2017)。新製造掀起人才海嘯。天下雜誌, 14。取自<https://www.cw.com.tw/article/5082932> [ Wu, W.-Y. (2017). New manufacturing picks up talent tsunami. *CommonWealth Magazine*, 14. Retrieved from <https://www.cw.com.tw/article/5082932> ]
- 洪凱音 (2017, 11月30日)。誇張！全臺逾20萬青年「沒頭路」。中時電子報。取自<http://www.chinatimes.com/newspapers/20170822000384-260114> [ Hong, K.-Y. (2017, November 30). More than 200,000 young people in Taiwan have no jobs. *Chinatimes*. Retrieved from <http://www.chinatimes.com/newspapers/20170822000384-260114> ]
- 馬岳琳、程晏鈴 (2016)。數位×教育——贏的起點。天下雜誌2016年教育特刊, 610, 96。 [ Ma, Y.-L., & Chen, Y.-L. (2016). Digital × education equals the starting point of winning. *CommonWealth Magazine Education Special Issue*, 610, 96. ]
- 高彬原 (2017, 9月27日)。麥肯錫報告：臺灣政府和企業須數位轉型。聯合新聞網。取自<https://udn.com/news/story/7314/2725515> [ Kao, Y.-B (2017, September 27). McKinsey & company: Taiwan government and enterprise must do digital transformation. *UDN*. Retrieved from <https://udn.com/news/story/7314/2725515> ]
- 陳仕誠、莊裕澤 (2019)。我國高等教育人力培育及流向之研究。臺北市：財團法人國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心。 [ Chen, S.-C., & Joung, Y.-J. (2019). *A study of higher education and human capital in Taiwan: Mobility and issues*. Taipei, Taiwan: Science & Technology Policy Research

- and Information Center. ]
- 教育部 (2013)。教育部人才培育白皮書。取自[https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/5/pta\\_2189\\_2524507\\_39227.pdf](https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/5/pta_2189_2524507_39227.pdf) [ Ministry of Education (2013). White paper on manpower cultivation. Retrieved from [https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/5/pta\\_2189\\_2524507\\_39227.pdf](https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/5/pta_2189_2524507_39227.pdf) ]
- 教育部 (2016)。2016-2020資訊教育總藍圖。取自<https://ws.moe.edu.tw/001/Upload/3/refile/6315/46563/65ebb64a-683c-4f7a-bcf0-325113ddb436.pdf> [ Ministry of Education (2016). *Total blueprint of information education 2016-2020*. Retrieved from <https://ws.moe.edu.tw/001/Upload/3/refile/6315/46563/65ebb64a-683c-4f7a-bcf0-325113ddb436.pdf> ]
- 賀桂芬 (2017)。工業4.0戰國時代開打。天下雜誌特刊, 193, 8-17。 [ He, G.-F. (2017). Industry 4.0. Warring states period fight. *CommonWealth Magazine Special Issue*, 193, 8-17. ]
- 黃慧雯 (2016, 6月2日)。104：軟體人才荒 人力缺口已超越硬體。中時電子報。取自<http://www.chinatimes.com/realtimenews/20160602005561-260412> [ Huang, H.-W. (2016, June 2). 104: Software talent lack more than hardware. *Chinatimes*. Retrieved from <http://www.chinatimes.com/realtimenews/20160602005561-260412> ]
- 賴宏昌 (2014, 2月4日)。準備好了嗎，孩子們？軟體正吞噬全球。鉅亨新聞。取自<https://news.cnyes.com/news/id/775175> [ Lai, H.-Z. (2014, February 4). Are you ready? Children. Software swallowing the world. *AnueNews*. Retrieved from <https://news.cnyes.com/news/id/775175> ]
- 盧沛樺 (2017)。2017 IMD競爭力評比 臺灣排名不變 能源、空污成隱憂。天下雜誌, 624, 28-30。 [ Lu, P.-H. (2017). Evaluation competitiveness of IMD. Ranking of Taiwan do not change, but energy and air pollution become a worry. *CommonWealth Magazine*, 624, 28-30. ]

- 簡劭騏 (2019)。德國數位經濟發展現況與策略對臺灣之啟示。經濟研究, 19, 264-310。 [Chien, S.-C. (2019). Lessons from Germany's digital economy development status and strategy. *Economic Research*, 19, 264-310.]
- 簡奕寬 (2019)。德國資料倫理委員會針對未來數位化政策之資料運用發布建議報告。取自 <https://stli.iii.org.tw/article-detail.aspx?no=67&tp=1&d=8356> [Jian, Y.-K. (2019). *Data Ethics Committee of Germany releases recommendation report on the use of data for future digitalization policy*. Retrieved from <https://stli.iii.org.tw/article-detail.aspx?no=67&tp=1&d=8356>]
- OECD評比數理自然科技教育 德國表現最亮眼 (2017, 11月)。教育部電子報, 794。取自 [http://epaper.edu.tw/windows.aspx?windows\\_sn=20565](http://epaper.edu.tw/windows.aspx?windows_sn=20565) [Evaluation of OECD: STEM. Germany performs best (2017, November). *MOEepaper*, 794. Retrieved from [http://epaper.edu.tw/windows.aspx?windows\\_sn=20565](http://epaper.edu.tw/windows.aspx?windows_sn=20565)]
- TechNews (2017, 12月1日)。IDC發布2018年臺灣ICT市場十大趨勢預測。科技新報。取自 <http://technews.tw/2017/12/01/idc-2018-taiwan-ict-market-trend/> [TechNews (2017, December 1). IDC release top ten trend forecasts of Taiwan 2018. *TechNews*. Retrieved from <http://technews.tw/2017/12/01/idc-2018-taiwan-ict-market-trend/>]
- Auth, G. (2016). *Campus-Management-Systeme—Begriff, Potenziale und Entwicklungs-linien*. Retrieved from [https://www.hof.uni-halle.de/web/dateien/pdf/Impulsreferat\\_Gunnar-Auth.pdf](https://www.hof.uni-halle.de/web/dateien/pdf/Impulsreferat_Gunnar-Auth.pdf)
- Baecker, D. (2015). *Universität 4.0: Digitale Bildung, was kann das sein?* Retrieved from <https://catjects.files.wordpress.com/2015/11/universitaet4-0.pdf>
- Bundesinstitut für Berufsbildung (2019). *Datenreport zum Berufsbildungsbericht 2019 Informationen und Analysen zur Entwicklung der beruflichen Bildung*.

- Retrieved from [https://www.bibb.de/dokumente/pdf/bibb\\_datenreport\\_2019.pdf](https://www.bibb.de/dokumente/pdf/bibb_datenreport_2019.pdf)
- Bundesministerium des Innern (2014). *Digitale Verwaltung 2020. Regierungsprogramm 18. Legislaturperiode*. Retrieved from [https://www.verwaltung-innovativ.de/SharedDocs/Publikationen/Pressemitteilungen/programm\\_dokument\\_div.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=5](https://www.verwaltung-innovativ.de/SharedDocs/Publikationen/Pressemitteilungen/programm_dokument_div.pdf?__blob=publicationFile&v=5)
- Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (2019). *Datenethikkommission*. Retrieved from <https://www.bmi.bund.de/DE/themen/it-und-digitalpolitik/datenethikkommission/datenethikkommission-node.html>
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2013). *Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0*. Retrieved from [https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen\\_Industrie4\\_0.pdf](https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf)
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2014). *Die neue Hightech-Strategie Innovationen für Deutschland*. Retrieved from [https://www.bmbf.de/upload\\_filestore/pub\\_hts/HTS\\_Broschure\\_Web.pdf](https://www.bmbf.de/upload_filestore/pub_hts/HTS_Broschure_Web.pdf)
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2015). *Interdisziplinärer Kompetenzaufbau*. Retrieved from <https://www.technik-zum-menschen-bringen.de/foerderung/bekanntmachungen/interdisziplinaerer-kompetenzaufbau>
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2016). *Bildungsoffensive für die digitale Wissensgesellschaft. Strategie des Bundesministerium für Bildung und Forschung*. Retrieved from [https://www.bmbf.de/files/Bildungsoffensive\\_fuer\\_die\\_digitale\\_Wissensgesellschaft.pdf](https://www.bmbf.de/files/Bildungsoffensive_fuer_die_digitale_Wissensgesellschaft.pdf)
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2017). *Deutsches Internet-Institut*. Retrieved from <https://www.bmbf.de/de/aufbau-eines-deutschen-internet-institut-2934.html>

- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2017). *5G-Strategie für Deutschland*. Retrieved from [https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/098-dobrindt-5g-strategie.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/098-dobrindt-5g-strategie.pdf?__blob=publicationFile)
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2016). *Digitale Strategie 2025*. Retrieved from <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/digitale-strategie-2025.html>
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2017). *Legislativbericht. Digitale Agenda 2014-2017*. Retrieved from <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/digitale-agenda-legislativbericht.html>
- Gilch, H., Jungermann, I., & Wannemacher, K. (2017). *Digitalisierung der Verwaltung bei der Einführung von Campus-Management-Systemen an Hochschulen*. Retrieved from [https://www.gfhf.net/wp-content/uploads/2016/07/0083\\_Jungermann-Digitalisierung-der-Verwaltung.pdf](https://www.gfhf.net/wp-content/uploads/2016/07/0083_Jungermann-Digitalisierung-der-Verwaltung.pdf)
- Meitinger, T. (2020). *Logistik-IT: 5G-Industry Campus Europe in Aachen gestartet*. Retrieved from <https://logistik-heute.de/news/logistik-it-5g-industry-campus-europe-aachen-gestartet-29516.html>
- Move (2019). *Zentrum für Digitale Transformation*. Retrieved from [https://www.move-online.de/meldung\\_31992\\_Zentrum+f%C3%BCr+Digitale+Transformation.html](https://www.move-online.de/meldung_31992_Zentrum+f%C3%BCr+Digitale+Transformation.html)
- Pauler, H. (2019). *Der Stifterverband fördert Projekte, die Hochschüler mit modernen Technologien vertraut machen. Von einigen Angeboten profitieren auch interessierte Gäste*. Retrieved from <https://www.sueddeutsche.de/karriere/hochschule-digitale-fitness-1.4707732>
- Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (2017). *Legislativbericht Digitale Agenda. Meilensteine für eine digitale Gesellschaft*. Retrieved from [薛欣怡、蔡清華○德國「高等教育4.0」數位化發展之脈絡、實踐與反思 91](https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/meilensteine-fuer-eine-digitale-</a></p>
</div>
<div data-bbox=)

- [gesellschaft-461876](https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/digital-made-in-de)
- Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (2020). *Digitalisierung gestalten. Umsetzungsstrategie der Bundesregierung*. Retrieved from <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/digital-made-in-de>
- Pricewaterhouse Coopers (2017). *Forschung und Entwicklung 4.0*. Retrieved from <https://www.pwc.de/de/industrielle-produktion/assets/forschung-und-entwicklung-4-0.pdf>
- Scheer, A.-W. (2015). *Hochschule 4.0. Whitepaper Nr. 8*. Retrieved from <https://hochschulforumdigitalisierung.de/sites/default/files/dateien/Hochschule-4.0-Whitepaper-Professor-Scheer.pdf>
- Stifterverband (2016a). *Curriculum 4.0. Konsequenzen der Digitalisierung für Studiengangsreform an deutschen Hochschulen*. Retrieved from <https://www.stifterverband.org/curriculum-4-0>
- Stifterverband (2016b). *Hochschul-Bildungs-Report 2020. Hochschulbildung für die Arbeitswelt 4.0. Jahresbericht 2016*. Retrieved from <http://www.stifterverband.org/download/file/fid/1720>
- Stifterverband (2018). *Curriculumentwicklung und Kompetenzen für das digitale Zeitalter. Arbeitspaper Nr. 39*. Berlin, Germany: Edition Stifterverband.
- Technische Universität München (2020a). *TUMonline*. Retrieved from <https://www.tum.de/en/studies/during-your-studies/tumonline/>
- Technische Universität München (2020b). *TUM Center for Digital Public Services (CDPS)*. Retrieved from <https://www.gov.tum.de/elaw/forschung/tum-center-for-digital-public-services-cdps/>
- Universität Hamburg (2020). *Über STiNE*. Retrieved from <https://www.stine.uni-hamburg.de/scripts/mgrqispi.dll?APPNAME=CampusNet&PRGNAME=EXTERNALPAGES&ARGUMENTS=-N0000000000000001,-N000390,->

Aueberstine

Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (2016a). *Ein Überblick: Industrie-4.0-Forschung an deutschen Forschungsinstituten*. Retrieved from <https://industrie40.vdma.org/documents/4214230/5356229/140+Forschung+an+deutschen+Forschungsinstituten+2016/c2870224-e550-40f0-ae10-3632529f6949>

Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (2016b). *Industrie 4.0 – Qualifizierung 2025*. Retrieved from <https://www.vdma.org/documents/105628/13417295/VDMA%20Studie%20Industrie%204.0%20-%20Qualifizierung%202025.pdf/bbfe37d6-f738-4558-b2b7-1b01a04d166c>