

公務出國報告

(出國類別：研習)

經濟部一〇四年台德技術合作人員訓練計畫
「為提昇台灣供水品質及經營績效，評估導入
國際『水安全計畫』之可行性」
出國報告書

服務機關：台灣自來水公司

出國人員：姓名：何承嶧

職稱：組長

出國地區：德國

出國期間：104.7.1~104.7.15

報告日期：104.9.28

系統識別號：C10402499

公務出國報告提要

頁數：54 含附件：否

報告名稱：經濟部一〇四年台德技術合作人員訓練計畫「為提昇台灣供水品質及經營績效，評估導入國際『水安全計畫』之可行性」出國報告書

主辦機關：經濟部國際合作處

聯絡人：黃柏耀（04-22244191-757）

出國人員：何承嶧

台灣自來水公司

出國類別：研習

出國地區：德國

出國期間：104年7月1日至104年7月15日

報告日期：104年9月28日

分類號/目：770 環境保護

關鍵詞：水安全計畫，水源，漏水，監控，用戶服務

內容摘要：WHO 制訂(德國)波昂安全飲用水憲章(The Bonn Charter for Safe Drinking Water)，用以強調自來水水源、淨水場、管網系統至用戶端之整體飲用水水質管理架構的重要性，因為提供安全、可靠及優質飲用水，能促進人民健康及經濟發展，因此政府與主管機關應負起有效管理責任。

本研習參訪德國柏林自由大學(Freie Universität Berlin)、柏林自來水公司(Berliner Wasserbetriebe)、波昂全球水安全計畫國際專案辦公室(Bonn Global Water Safety Plan

International Project Office, BG WSP IPO)、比特堡(Bitburg) Kommunale Netze Eifel 自來水公司(Kommunale Netze Eifel Wasser)、阿爾布斯塔特水公司(Albstadt Werke)、拉芬斯堡(Rarensburg)古特曼公司(Gutermann Technology GmbH)、慕尼黑(Munich)印特古拉福公司(Intergraph SG&I Deutschland GmbH)及慕尼黑理工大學(Technische Universität München)，從中了解其有關節水效能、水資源循環再利用技術及高級處理技術(硬度、溴酸鹽、臭味、砷…等)，另研習 WSP 四大重點：1.研習水源水質受新興污染物威脅，自來水事業需配合環保主管機關所頒訂新法規調整淨水策略，德國經驗如何與主政單位進行溝通，以達到政府、自來水事業及用戶三贏局面。2.用水量需求因人口增加而急速擴增，然而淨水場擴建進度受制用地取得困難，以及廢水及污泥設備不足，亟需導入淨水處理新方法，此次研習將特別針對淨水高級處理(含管理模式)向德國請益。3.管網高漏水，突顯台灣是世界排名第 18 位缺水國家，評估導入德國管網數位控制系統(DCS)降低漏水現象。4.請益德國自來水事業對於用戶服務資訊公開，如何強化與民眾互動關係，化被動式受理用戶反應問題為主動宣導增值服務。至於淨水場乃水質處理的重心，因此針對下列內容亦是本次參訪的重點：1.淨水場、加壓站及監視點使用 PLC，作為水位、水壓、流量、電壓、功率等之功能。2.變頻器於穩壓、節能及降低漏水之應用上。3.管網系統如何結合 GIS 進行遠端控制。4.SCADA 及 GIS 系統如何應用於供水及降低漏水率上。

摘 要

波昂憲章倡議供水系統主要受益者為家戶，此一觀念正與台灣自來水公司「以客為尊」企業精神相符，因此本次研習主要目標即希望透過學習德國水安全計畫內涵，並評估導入台灣推動後可達到以下預期目標：1.為用戶提供質優、量足及安全可靠的飲用水：在世界許多地區，有些在供水質量已達高水準後仍持續自我要求不斷提昇；然而在另外一些地區，飲用水中卻仍存有水媒疾病或可能造成健康影響，因此，供應安全優質飲用水的重要性可見一斑。2.建立用戶對供水品質信心，並得到美感享受：國內飲用水水質標準訂有「影響適飲性物質(例如：硬度)」，當飲用水中如果含較高濃度鈣、鎂離子，加熱後容易產生碳酸鈣及鎂等結晶(俗稱水垢)，雖然研究文獻顯示其成份對健康無害，甚至可預防骨質疏鬆，然而使用者卻常因視覺效果不佳而產生疑慮，而水安全計畫已將用戶感受納入，此行學習德國面對及因應上揭問題的技巧。

目錄

摘要	4
目錄	5
壹、目的	6
貳、研習內容與行程	9
參、研習心得	15
一、完整水安全計畫建置與實施流程	16
二、WSP 主題之 GWSP IPO	17
三、WSP 主題之水源管理	18
四、WSP 主題之淨水管理	26
五、WSP 主題之配水管理	33
六、WSP 主題之用戶服務	44
肆、心得與建議	50
伍、謝誌	53

壹、目的

WHO 制訂(德國)波昂安全飲用水憲章(The Bonn Charter for Safe Drinking Water)，用以強調自來水水源、淨水場、管網系統至用戶端之整體飲用水水質管理架構的重要性，因為提供安全、可靠及優質飲用水，能促進人民健康及經濟發展，因此政府與主管機關應負起有效管理責任。

本出國研習計畫係前往自來水售水率高達 95% 且在水資源管理及自來水管理領域頗負盛名之德國柏林自由大學(Freie Universität Berlin)、柏林水公司(Berliner Wasserbetriebe)、波昂全球水安全計畫國際專案辦公室(Bonn Global Water Safety Plan International Project Office, BG WSP IPO)、比特堡(Bitburg) Kommunale Netze Eifel 水公司(Kommunale Netze Eifel Wasser)、阿爾布斯塔特水公司(Albstadt Werke)、拉芬斯堡(Rarensburg)古特曼公司(Gutermann Technology GmbH)、慕尼黑(Munich)印特古拉福公司(Intergraph SG&I Deutschland GmbH)及慕尼黑理工大學(Technische Universität München)，研習有關水安全計畫之措施作法，包括：

- (一) 研習水源水質受新興污染物威脅，自來水事業需配合環保主管機關所頒訂新法規調整淨水策略，德國經驗如何與主政單位進行溝通，以達到政府、自來水事業及用戶三贏局面。
- (二) 用水量需求因人口增加而急速擴增，然而淨水場擴建進度受制用地取得困難，以及廢水及污泥設備不足，亟需導入淨水處理新方法，此次研習將特別針對淨水高級處理(含管理模式)向德國請益。
- (三) 管網高漏水，突顯台灣是世界排名第 18 位缺水國家，評估導入德國管網數位控制系統(DCS)降低漏水現象。

(四) 請益德國自來水事業對於用戶服務資訊公開，如何強化與民眾互動關係，化被動式受理用戶反應問題為主動宣導增值服務。

WHO established (Germany) “The Bonn Charter for Safe Drinking Water” to emphasize the importance of the infrastructure of overall drinking water quality management ranged from source water, water purification plant, pipe network system to households. Supplying safe, reliable, and high quality drinking water can promote people health and economy development. Thus, the responsibilities of government and the authorities should be effectively managed.

Source water quality standard is threatened by emerging pollutants. Therefore, water utilities must adjust the water purification policy as new regulation issued by the environmental authority. This study aims to realize German water utility experiences how to negotiate with authority and households in order to gain the win-win-win situation.

The increasing demand of water consumption results from the swiftly-expanded population. However, the extent constructions of water purification plants are restricted because the land is hard to gain. And, the inadequate equipment of wastewater and sludge needs to import new water treatment methods. This study will particularly consult about the advanced water treatment techniques in Germany, including management models.

High leakage of water distribution network, that accelerated highlight to turn Taiwan out the No. 18 water-shortage-country in the world. Assessing to import Germany pipeline network Digital Control System (DCS) to reduce leakage phenomenon is the focus.

For announcing the disclosed information of customer service, Taiwan does as well as German does. Meanwhile, how to enhance the relationship between water corporation and the public, and how to turn passive (i.e. receive customers response) to active behavior (i.e. advocate valued service) are the consulting issues from German water utilities. Water leakage not only waste water resources, but has the risk of water contamination and road safety.

貳、研習內容與行程

水安全計畫源自德國波昂，目前全球水安全計畫國際專案辦公室即設於波昂大學，自從 2004 年世界衛生組織(WHO)公布第三版飲用水水質準則(WHO Guidelines for Drinking Water Quality)及國際水協會(IWA)公布的波昂安全飲用水憲章(IWA Bonn Charter for Safe Drinking Water)，同時將水安全計畫(Water Safety Plan, WSP)納入其中，引起全球各供水管理系統與機構的重視，2011 年第四版的 WHO 飲用水水質準則更強化 WSP 重要地位，台灣地區自來水事業刻正與國際水質安全概念接軌，相關推動細節均規劃納入本次參訪行程。

本次研習參訪重點區分為四大部分，參訪對象首先鎖定「波昂全球水安全計畫國際專案辦公室」進行全面向的研討外，另針對水源、淨水場、配水管網及用戶端，藉由與學界(柏林自由大學、波昂大學、慕尼黑理工大學)、水公司(柏林水公司、比特堡 KNE 水公司、阿爾布斯塔特水公司)及業界(拉芬斯堡古特曼公司、慕尼黑印特古拉福公司)面對面討論，同時配合各受訪單位適合時間，整體而言因受訪單位開誠佈公讓此行獲益良多，相關行程詳參表 1 所示。

表 1 研習行程與內容

日期及時間 Period of Visit (from __ to __)	訓練進修 地點 Location of Training	擬訓練進修機構及訪談對象 Institutions & Persons to be visited	訓練進修目的及討論主題 Purpose of training, and discussion topics
6/30-7/1 2015 (Tue-Wed)	Taoyuan -Frankfurt (by plane) 桃園-法蘭克 福(華航)-柏 林(德國國鐵 ICE)	1. 去程 2. 駐德國台北代表處(經濟組) 3. 柏林自來水博物館(Berlin Waterworks Museum)	1. 抵達法蘭克福轉柏林 2. 拜訪駐德國台北代表處 (請 益與德國自來水事業人員交 流、技術合作及問題研討等 國際交流事宜) 3. 赴柏林自來水博物館瞭解柏 林過去水處理歷史
7/2 2015 (Thu)	Berlin 柏林	✧ Freie Universität Berlin 柏 林自由大學 Department of Earth Sciences Institute of Geographical Sciences Telephone:+49-30-838-70252 Prof. Dr. Achim Schulte Email:achim.schulte@fu-berlin.de Margot Böse Email:m.boese@fu-berline.de Michael Schneider Email:m.schneider@fu-berlin.de	赴柏林自由大學向 1.Prof. Dr. Achim Schulte 2.Margot Böse 3.Michael Schneider 請益有關節水效能、水安全計 畫及水資源循環再利用技術
7/3 2015 (Fri)	Berlin 柏林	✧ 柏林水公司 <u>Berliner Wasserbetriebe</u> Dr.Gesche.Gruetzmacher Telephone:+49-30-8644-1412 Fax:+49-30-8644-101412 Email:Gesche.Gruetzmacher @bwb.de	✧拜訪柏林自來水公司研習研 習 WSP 四大重點 1.研習水源水質受新興污染物 威脅，自來水事業需配合環 保主管機關所頒訂新法規調 整淨水策略，德國經驗如何 與主政單位進行溝通，以達 到政府、自來水事業及用戶 三贏局面。 Source water quality standard is threatened by emerging pollutants. Therefore, water utilities must adjust the water purification policy as new regulation issued by the environmental authority. This

日期及時間 Period of Visit (from __ to __)	訓練進修 地點 Location of Training	擬訓練進修機構及訪談對象 Institutions & Persons to be visited	訓練進修目的及討論主題 Purpose of training, and discussion topics
			<p>study aims to realize German water utility experiences how to negotiate with authority and households in order to gain the win-win-win situation.</p> <p>2. 用水量需求因人口增加而急速擴增，然而淨水場擴建進度受制用地取得困難，以及廢水及污泥設備不足，亟需導入淨水處理新方法，此次研習將特別針對淨水高級處理(含管理模式)向德國請益。The increasing demand of water consumption results from the swiftly-expanded population. However, the extent construction of water purification plants are restricted because the land is hard to gain. And, the inadequate equipment of wastewater and sludge needs to import new water treatment methods. This study will particularly consult about the advanced water treatment techniques in Germany, including management models.</p> <p>3. 管網高漏水，突顯台灣是世界排名第 18 位缺水國家，評估導入德國管網數位控制系統(DCS)降低漏水現象。High leakage of water distribution network, that acceleratedly highlight to turn Taiwan out the No. 18 water-shortage-country in the world. Assessing to import Germany pipeline network Digital Control System (DCS) to reduce leakage phenomenon is the focus.</p> <p>4. 請益德國自來水事業對於用</p>

日期及時間 Period of Visit (from __ to __)	訓練進修 地點 Location of Training	擬訓練進修機構及訪談對象 Institutions & Persons to be visited	訓練進修目的及討論主題 Purpose of training, and discussion topics
			戶服務資訊公開，如何強化與民眾互動關係，化被動式受理用戶反應問題為主動宣導增值服務。 For announcing the disclosable information of customer service, Taiwan does as well as German does. Meanwhile, how to enhance the relationship between water corporation and the public, and how to turn passive (i.e. receive customers response) to active behavior (i.e. advocate valued service) are the consulting issues from German water utilities.
7/4 2015 (Sat)	Berlin 柏林	整理資料	-
7/5 2015 (Sun)	Berlin-Bonn 柏林-波昂	整理資料	-
7/6 2015 (Mon)	Bonn 波昂	1. 駐德國台北代表處波昂辦事處(科技組) 2. 波昂全球水安全計畫國際專案辦公室 Anik Bhaduri, Executive Office Phone: +49 228 73 6186 Fax: +49 228 73 60834 Email: abhaduri@uni-bonn.de	✂ 拜訪駐德國台北代表處科技組(請益與德國針對自來水事業新技術研發國際交流事宜) ✂ 拜訪波昂全球水安全計畫國際專案辦公室研習波昂安全飲用水憲章(The Bonn Charter for Safe Drinking)
7/7 2015 (Tue)	1. Bonn-Bitburg 波昂-比特堡 (by train) 2. Bitburg-Bonn -Stuttgart 比特堡-波昂-斯圖佳特 (by train)	✧ 比特堡水公司 Kommunale Netze Eiffel Wasser Walter Reichert Telefon: 06551 - 95 12 45 Telefax: 06551 - 95 12 545 E-Mail: reichert.walter@kne-web.de	✂ 比特堡水公司研習下列議題： 1. 淨水場、加壓站及監視點使用 PLC，作為水位、水壓、流量、電壓、功率等之功能。How does PLC be applied in water treatment plant and booster station? 2. 變頻器於穩壓、節能及降低漏水之應用上 How does frequency

日期及時間 Period of Visit (from __ to __)	訓練進修 地點 Location of Training	擬訓練進修機構及訪談對象 Institutions & Persons to be visited	訓練進修目的及討論主題 Purpose of training, and discussion topics
			converter be applied in pressure stabilization, energy saving and water leakage reduction. 3. 管網系統如何結合 GIS 進行遠端控制 How does remote control unit be applied in networks combined with GIS ? 4. SCADA 及 GIS 系統如何應用於供水及降低漏水率上 How does SCADA and GIS be applied in water supply and water leakage control ?
7/8-7/9 2015 (Wed-Thu)	Stuttgart-Albstadt (by train)	1. Stuttgart-Albstadt 斯圖佳特-阿爾布斯塔特 2. 阿爾布斯塔特自來水公司 Frank Tantzky Tel:0049-7432-160-3812 Fax:0049-7432-160-3865 Email:franktantzky@albstadtwerke.de	✂ 抵達阿爾布斯塔特自來水公司 (Albstadt Werke) 研習下列議題： 1. 同柏林自來水公司 4 項議題。 2. 同比特堡自來水公司 4 項議題。 ✂ Stuttgart -Albstadt 斯圖佳特-阿爾布斯塔特路程
7/10 2015 (Fri)	Stuttgart-Rarensburg-Munich 斯圖佳特-拉芬斯堡-慕尼黑 (by train)	1. Stuttgart-Rarensburg-Munich 斯圖佳特-拉芬斯堡-慕尼黑 2. Gutermann Technology GmbH Erwin Glashauser Tel:+49-751-359016-82 Fax: +49-751-359016-99 Email:erwin.glashauser@gutermann-water.com	1. 抵達拉芬斯堡 2. 拜訪古特曼公司研討漏水防治技術 (WSP 配水水質管理部分) 3. Stuttgart -Munich 斯圖佳特-慕尼黑路程
7/11-7/12 2015 (Sat、Sun)	Munich 慕尼黑	整理資料	-
7/13 2015 (Mon)	Munich 慕尼黑	✧ Intergraph SG&I Deutschland GmbH Mirko Schlett Tel:+49-89-96106-4750 Fax:+49-89-96106-54750 Email:Mirko.schlett@intergraph.com	拜訪印特古拉福公司研討監測水質及防治技術 (WSP 配水管管理部分)

日期及時間 Period of Visit (from __ to __)	訓練進修 地點 Location of Training	擬訓練進修機構及訪談對象 Institutions & Persons to be visited	訓練進修目的及討論主題 Purpose of training, and discussion topics
7/14 2015 (Tue)	1.Munich 慕尼黑 2.Munich-Frankfurt 慕尼黑-法蘭克福 (by train)	1. 慕尼黑理工大學 Technische Universität München Chair of Urban Water Systems Engineering <u>Prof. Dr.-Ing. Jörg E. Drewes</u> Phone:+49.89.289.13713 Telefax:+49.89.289.13718 e-mail:jdrewes@tum.de <u>Prof. Dr.-Ing. Uwe Hübner</u> Phone:+49.89.289.13706 Telefax:+49.89.289.13718 e-mail:u.huebner@tum.de 2. Munich-Frankfurt 慕尼黑-法蘭克福	1. 拜訪慕尼黑理工大學 <u>Prof. Dr.-Ing. Jörg E. Drewes</u> 研習水循環及高級處理技術(硬度,溴酸鹽,臭味,砷...) 2. Prof. Dr.-Ing. Jörg E. Drewes 臨時因公赴柏林開會,由 <u>Dr.-Ing. Uwe Hübner</u> 代為接待 3. Munich-Frankfurt 慕尼黑-法蘭克福路程
7/15-7/16 2015 (Wed-Thu)	1.Frankfurt-Taipei 法蘭克福-桃園 (by plane)	1.7/15 上午返程飛機 2. 返程	返程

參、研習心得

正因 WHO 制訂(德國)波昂安全飲用水憲章(The Bonn Charter for Safe Drinking Water)針對「水源管理、配水及用戶，不是僅有淨水廠而已」的論述，促成本次參訪行程以規畫整體飲用水水質管理架構的重點，並結合四大參訪對象：「GWSPiPO、學界、自來水公司及業界」，在出發之初，實已代表此行將可「四四(事事)如意」。

在導入研習焦點之前，必須先介紹水安全計畫架構(詳圖 1)及製訂流程(詳圖 2)，用以驗證此行的主軸。

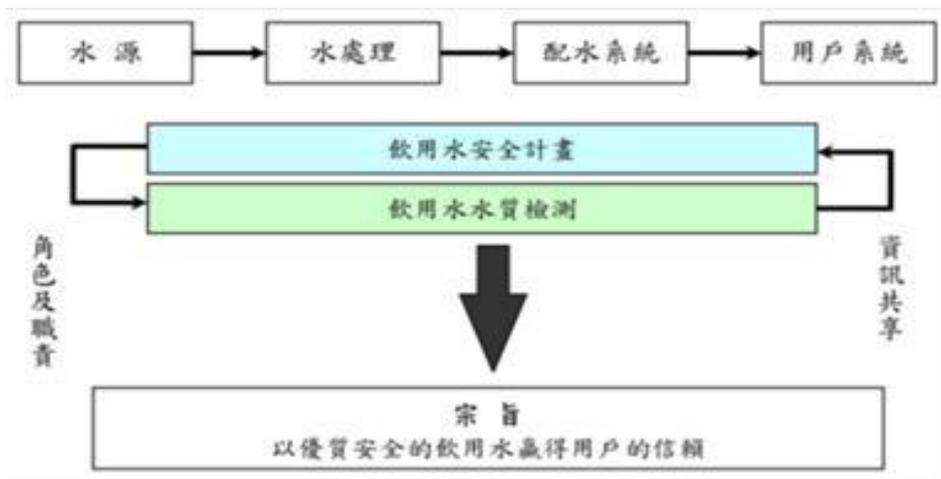


圖 1 水安全計畫架構圖

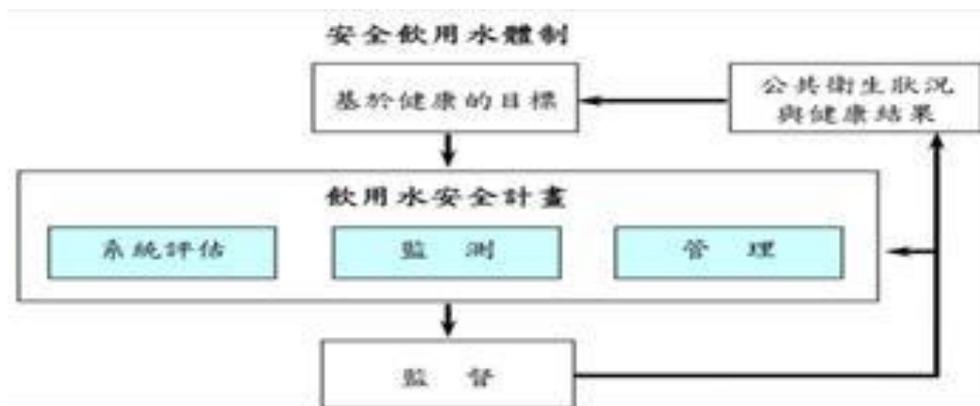


圖 2 飲用水水質標準製訂及驗證流程圖

一、完整水安全計畫建置與實施流程(圖 3)

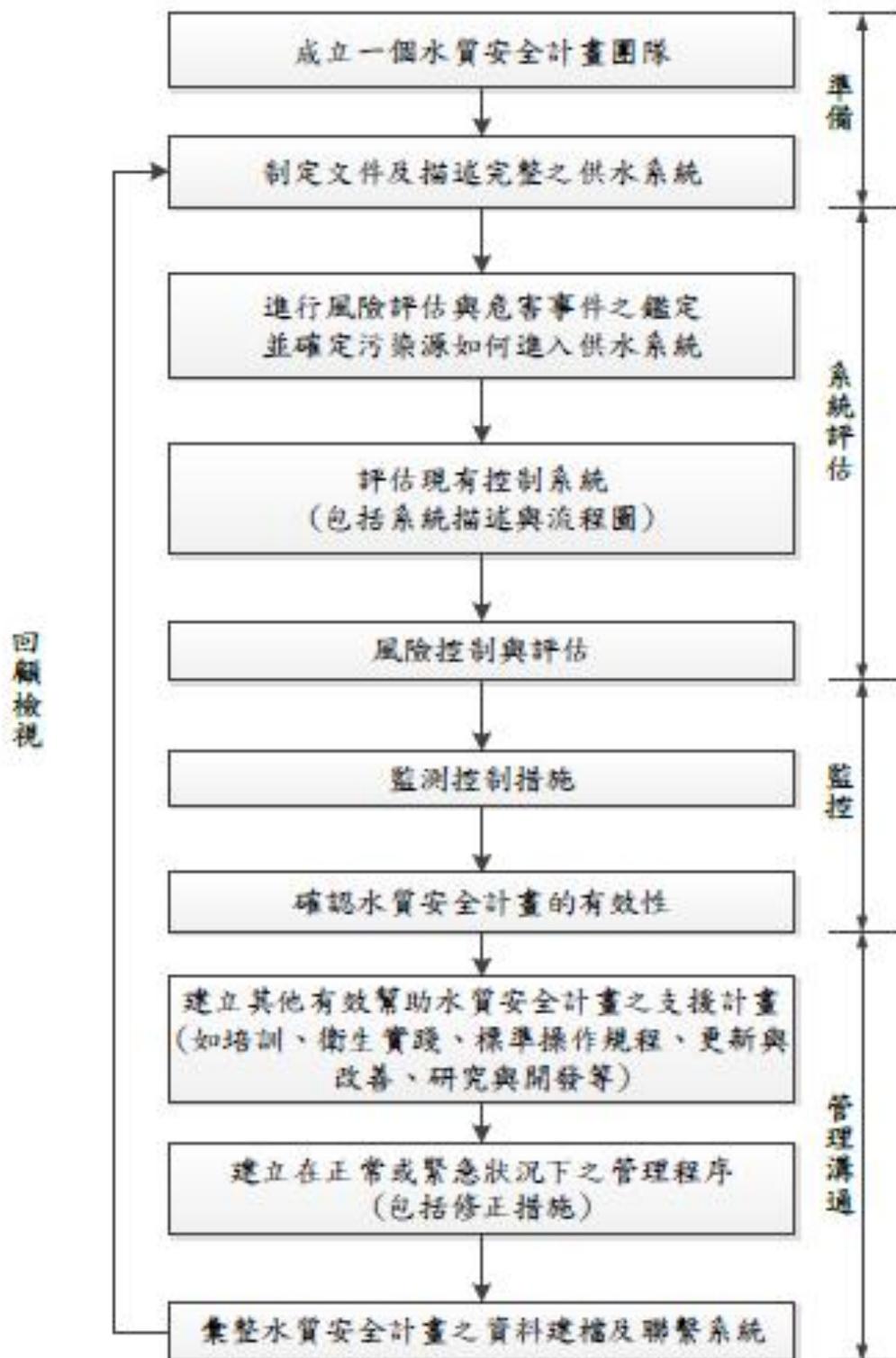


圖 3 水安全計畫建置與實施流程圖

二、 WSP 主題之 GWSP IPO

本次參訪行程，特別感謝駐德國台北辦事處科技組林東毅組長暨 Mrs. Peters 的協助，鍥而不捨的多次聯繫並表達誠摯向 Bonn Global Water Safety Plan International Project Office, Executive Dr. Anik Bhaduri 學習的意願，終於在出發前一星期接獲首肯接受參訪，此站乃本次行程最重要的參訪點，它不僅代表可向水安全計畫發源地朝聖，亦是台灣未來執行水安全計畫及與世界接軌的一個關鍵連結點。

在接洽討論的過程當中，Dr. Bhaduri 詳細介紹 GWSPIPO 關心及扮演的角色，說明人類當今面臨最大挑戰之一，就是實現地球內的每個人都能擁有安全的水資源，然而 GWSPIPO 關心的議題更擴及能源和糧食，使資源相互關連的探討更加完整。

因此 **GWSP IPO** 每年均會針對永續性之水、能源及糧食議題舉行國際會議，去年 2014 年 5 月 19~20 日在德國波昂的會議，認知到水、能源和糧食關係越發密切。今年的會議將同樣於德國波昂舉行，惟因已過報名期限，很可惜今年的 8 月會議將無法參與，期望明年可以落實今年已蒐集的資訊，持續參加年會，為推動國內 WSP 的歷程與國際分享。

誠如上述，除了水安全，或許下一步更需整合能源與糧食等安全議題。藉此交流機會，Dr. Bhaduri 將水、能源和糧食之間的安全戰略提出發展策略，值得我們一併審視下列核心問題：

1. **明確定義治理及解決水資源、能源和糧食整合策略**：加強相關部門之間的相互聯繫和相互依存的關係，可降低不必要的天然資源浪費。
2. **與水系統連接的其他自然資源需要更系統性的探討**：針對資源數量和質量，需研究決策和行動方案。

3. **提供經濟誘因**：反映資源稀有程度，提高使用效率以及限定補貼對象，均可有抑制不當資源使用及提高水資源、能源和糧食安全程度。
4. **持續進行創新研究和技術提昇**：政府需要匯集各利益團體對水資源、能源和糧食安全策略的建言，為滿足這些利益相關者的訴求，使他們能夠共同解決問題，確定雙贏的戰略，因此持續進行創新研究和技術提昇，可以協助達成這些目標。
5. **公共及私營部門需資助國際組織研究經費，可持續發展水資源、能源和糧食安全目標**：不斷研究發展和制定因應策略有助於促進水資源、能源和糧食安全之間的可維持目標一致性及互補性，因此全球各國的經費投入將有助於此目標的達成。
6. **需透過國際會議將研究界和其他利益相關者進行意見上的聯繫**：各國決策者可透過國際會議瞭解最新的水資源、能源和糧食安全的應用研究使用工具，舉凡涉及風險評估、環境威脅及社會影響等評估指標均可透過蒐集最終用戶的反饋，予以研訂及增修相關具效率的技術發展，朝向水資源、能源及糧食安全關係的永續發展目標努力。

三、 WSP 主題之水源管理

有鑒於在拜訪各單位之初即已針對各單位屬性依 WSP 內容分別安排討論議題，以下內容則以綜整性方式說明各受訪單位可資本國借鏡的經驗。

(一) 柏林水務公司(Berliner Wasserbetriebe, BWB)

拜訪柏林水務公司(Berliner Wasserbetriebe)行程由 Dr. Gesche Gruetzmacher 接待，研討該公司執行 WSP 第一項議題：「研習水源水

質受新興污染物威脅，自來水事業需配合環保主管機關所頒訂新法規調整淨水策略，德國經驗如何與主政單位進行溝通，以達到政府、自來水事業及用戶三贏局面。」

BWB 提供德國柏林地區自來水及污水處理的服務，現有 9 座淨水場、700 座水井，6 座廢水處理場及 148 座加壓站。目前共有員工 4,886 名（其中自來水部份員工數為 1060 名），每日供應飲用水 55 萬噸給 340 萬柏林用戶使用，供水規模介於台灣地區新北市及高雄市之間(詳參表 2)，總供水管線長 7,875 公里；每年售水之收入為 3 億 9,600 萬歐元，用戶接管收入 1,000 萬歐元。

表 2 BWB 供水規模對照表

Rank	Town	Division	Population (2011)
1	New Taipei	新北市	New Taipei City 3,913,595
2	Kaohsiung	高雄市	Kaohsiung City 2,773,855
3	Taichung	臺中市	Taichung City 2,662,770
4	Taipei	臺北市	Taipei City 2,647,122
5	Taoyuan	桃園市	Taoyuan City 2,056,273
6	Tainan	臺南市	Tainan City 1,883,844
7	Hsinchu	新竹市	Hsinchu City 431,601
8	Keelung	基隆市	Keelung City 380,281
9	Chiayi	嘉義市	Chiayi City 271,594
10	Changhua	彰化市	Changhua County 235,197

← Berlin: 3.5M population
200M m³/a

柏林地區高程由東南向西北傾斜(29~65m)，詳細位置及相關水循環現象請詳參圖 4 及圖 5。

柏林自來水水源主要來自地下水，淨水場透過井水汲取後經過淨水處理，再配送用戶。德國重視地下水需維持豐富之水量，因此將河湖經過地下水層的過濾及涵養之補助現象為 Bank Filtration，同時在補助地下水之先以「微篩(Microseive)」或「滲透塘(Infiltration Pond)」進行前處理，以確保注入之水質符合水源水質標準。根據圖 5 顯示，其主要水源 60% 來自湖泊，30% 來自降雨，以及 10% 來自都市逕流。柏林是水資源得天獨厚的地方，因為水源豐沛而且品質佳，清水不用添加消毒劑即可配送，民眾對水質信賴度佳。

(二) 柏林自由大學(Freie Universität Berlin, FUB)

拜訪 FUB 地球科學系(Department of Earth Sciences Institute of Geographical Sciences)的 Prof. Dr. Achim Schulte , Prof. Dr.Margot Böse, and Prof. Dr. Michael Schneider，研討有關節水效能、水安全計畫及水資源循環再利用技術。該學者群針對都市地表水體可能遭受家庭或工業廢水污染的監測分析，並以柏林 Rummelsburg 湖區為研究標的，進行底泥沉積物與水體水質相關性的研究，其取樣點分布及相對位置圖詳參圖 6。

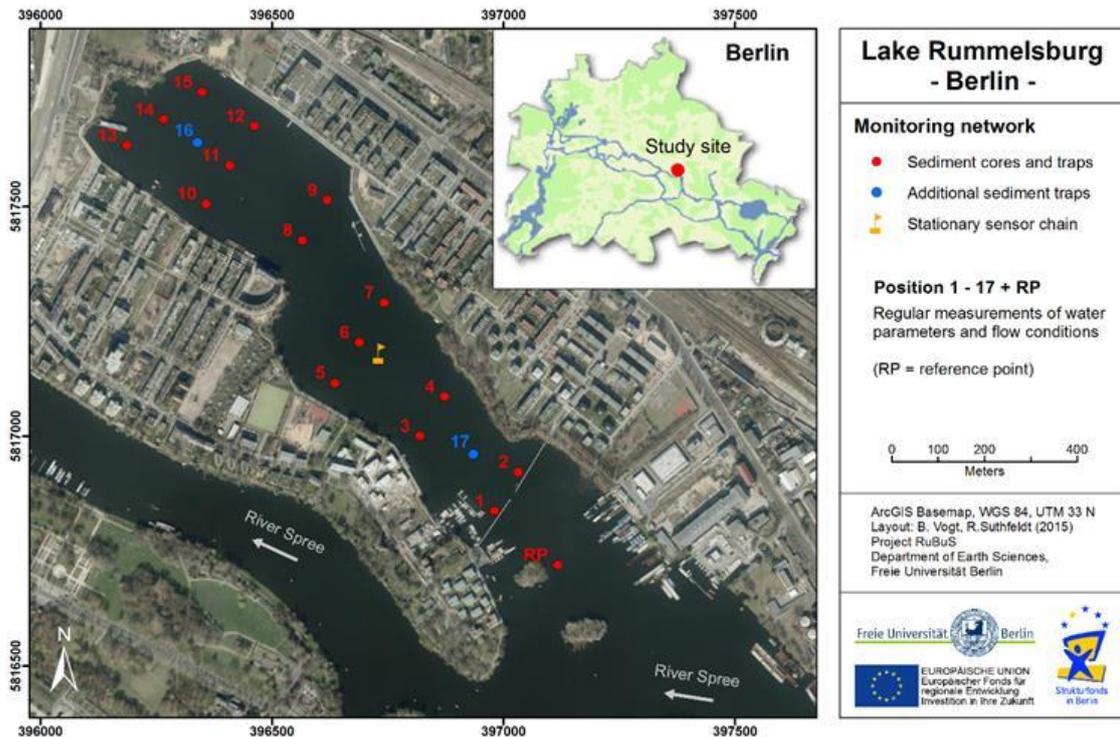


圖 6 柏林 Rummelsburg 湖區示意圖

該研究爭取得到柏林州政府及歐洲社會與區域發展基金等經費支援一年的研究工作。由圖 6 可知該研究將湖區平均劃分 15 處採樣點，水體水質分析項目包括含氧量、濁度、葉綠素 a 及水溫；至於底泥分析項目則包括無機性物質(Hg, Cd, Cr, Pb, Ni, Cu, Zn)和有機化合物((PAH, petroleum derived hydrocarbon in the range C10-C40 and C10-C22, selected nitro-compounds, selected organotin compounds, PCB, AOX and EOX)等。根據該研究初步結果顯示：流水速度與揚起底泥物質相關，而上揭包括水體水質分析項目、底泥無機性及有機化合等物質所分析的項目，均以建立歷史背景值之資料庫為主要訴求。倘未來需將之引為地下水井補注水源，已預為擬訂將附近工廠移出或將其廢水納入污水下水道或自行處理至合於法規要求再予放流等先備計畫，至於家庭廢水部分則需加速建設污水下水道系統，俾利將之接管以防止湖水水質更加惡化。

至於圖7部分則是要感謝 Prof. Dr. Achim Schulte 及其研究團隊慷慨接受參訪，並且直接將討論場地拉到 Rummelsburg Lake 實驗現場，當我們搭著船舫，真實的接觸現場水質及運用其研究設備，他們如此無私的針對其研究原理和初步結論侃侃而談，參訪結束後對他們在水源水質管理上的用心研究，著實覺得感佩。



圖 7 Prof. Achim Schulte 研究團隊 Rummelsburg Lake 合影

Prof. Dr. Michael Schneider 是 FUB 水環境方面的專家，他特別介紹 Bank Filtration (BF)的運作系統(詳圖 8 及圖 9 所示)，因德國自來水水源多採自地下水，而良好的地層結構實為天然的過濾設備，為考量水資源永續利用，除河湖自然滲流水外，亦考量另行設置「地下水補助水塘(Recharge Pond, RP)」，除平時可將川流水溢流部分引入蓄積，亦可蒐集天然降雨，其珍視水資源的態度，值得我們學習。然而

倘將 BF 概念的引入，在台灣可能馬上需面對用地不足及行水區土地利用恐遭致抗爭等複雜問題，在執行上將會是重大挑戰。

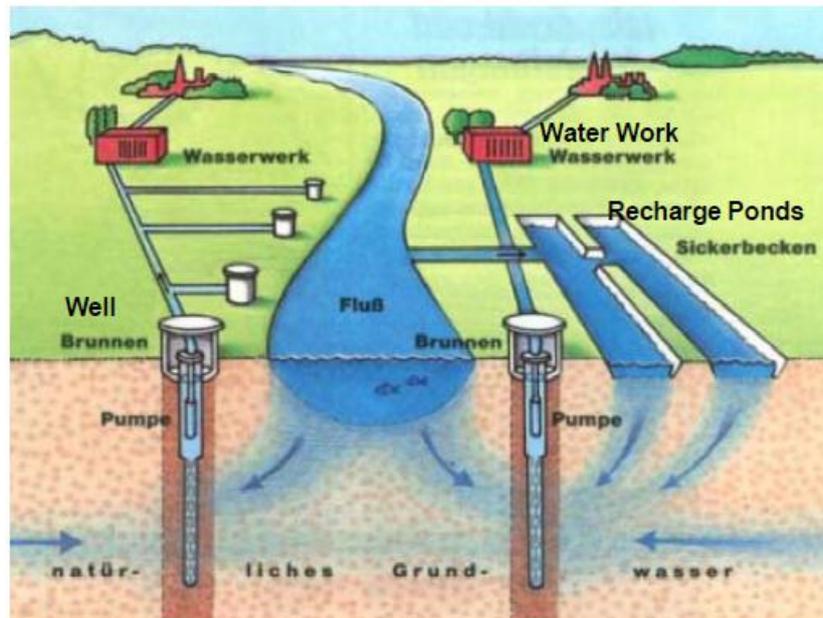
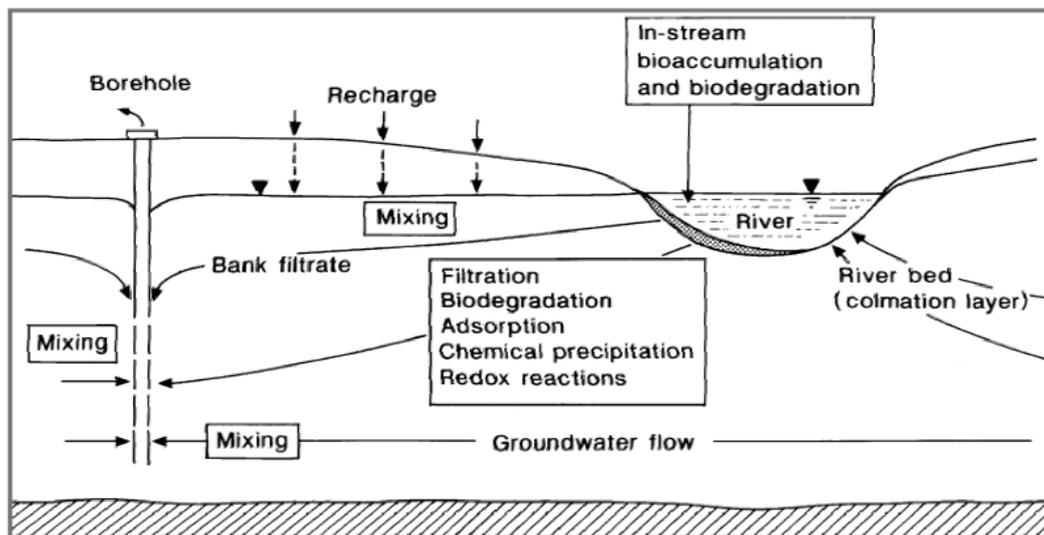


圖 8 Bank Filtration 運作系統圖(BWB, 2009)

在 Prof. Schneider 近年的研究結果發現柏林地區水源水質目前有三大隱憂(詳圖 10)，分別是東南區的硫酸鹽(Sulfate)、西北區的微量有機物(Trace Organic)，以及西南區的鹽化問題(Saltwater)，而同時不論是 BWB 或 FUB 均已持續針對這些問題進行研究，充份落實從水源端開始執行水安全計畫的精神。



Hiscock & Grischek (2002)

圖 9 Bank Filtration 運作系統剖面圖

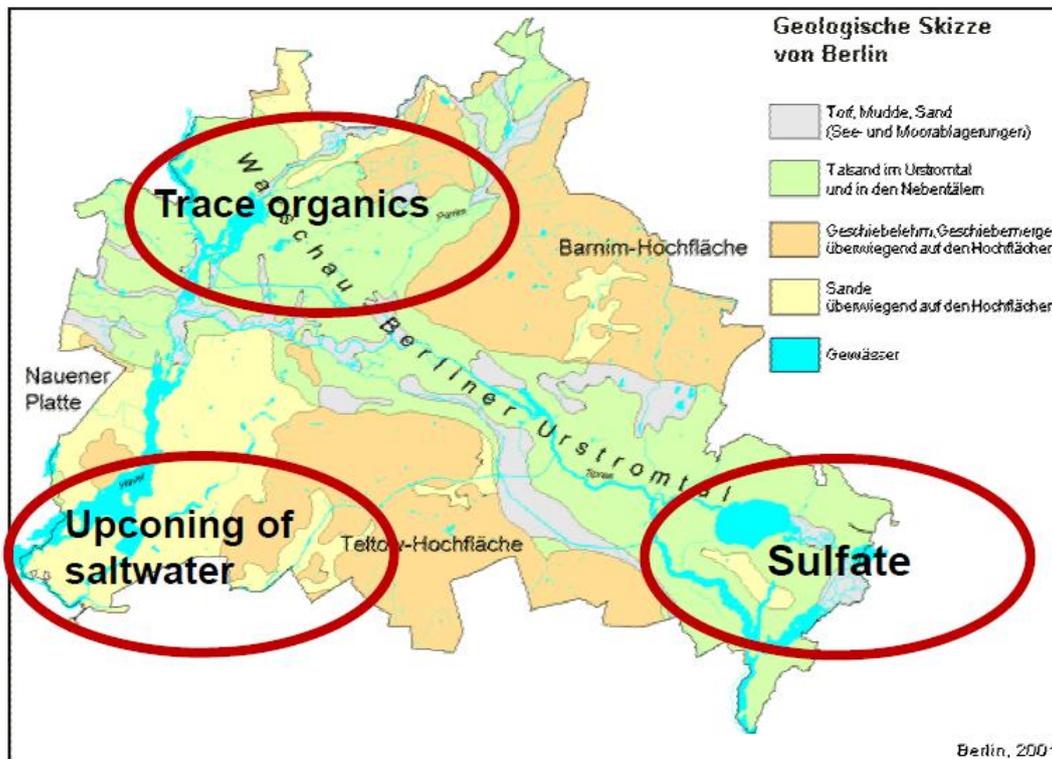


圖 10 柏林地區水源水質問題分布圖

四、 WSP 主題之淨水管理

(一)、柏林水務公司(Berliner Wasserbetriebe, BWB)

與 BWB 研討 WSP 第二項議題為：「用水量需求因人口增加而急速擴增，然而淨水場擴建進度受制用地取得困難，以及廢水及污泥設備不足，亟需導入淨水處理新方法，此次研習將特別針對淨水高級處理(含管理模式)向德國請益。」

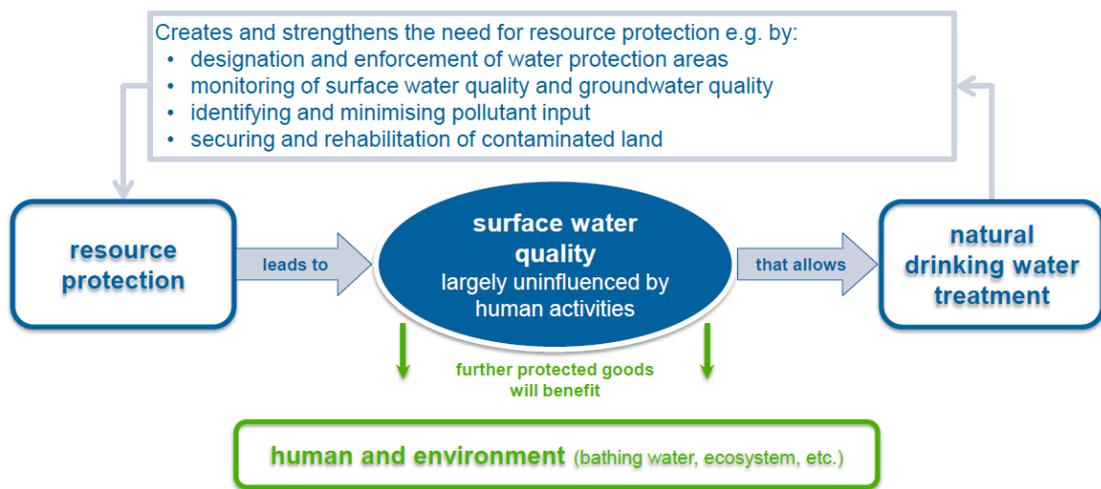


圖 11 柏林水資源保育及淨水處理關係圖

從圖 11 可知柏林地區地面水的主要污染源為人類活動，因此據以研訂下列環境保護策略，以制訂淨水處理策略及維護天然資源。

1. 劃設水質水量保護區。
2. 監測地表水及地下水水質。
3. 鑑別及將污染源減量作業。
4. 將受污染區域整治及再生。

下述淨水處理策略製定原則可見其充份體現「取之大地-還之大地」的環境友善態度。

1. 優先使用在地水資源。
2. 維持地下水的永續使用條件。
3. 儘量使用天然原水，避免過度處理。
4. 在社會可接受水價前提下進行最有效率的操作管理。
5. 確認地下水層及鑿井深度需兼容並顧。

BWB 的淨水處理流程為：氣曝→快濾→清水→配水，完全不加混凝劑及消毒劑(詳圖 12)。

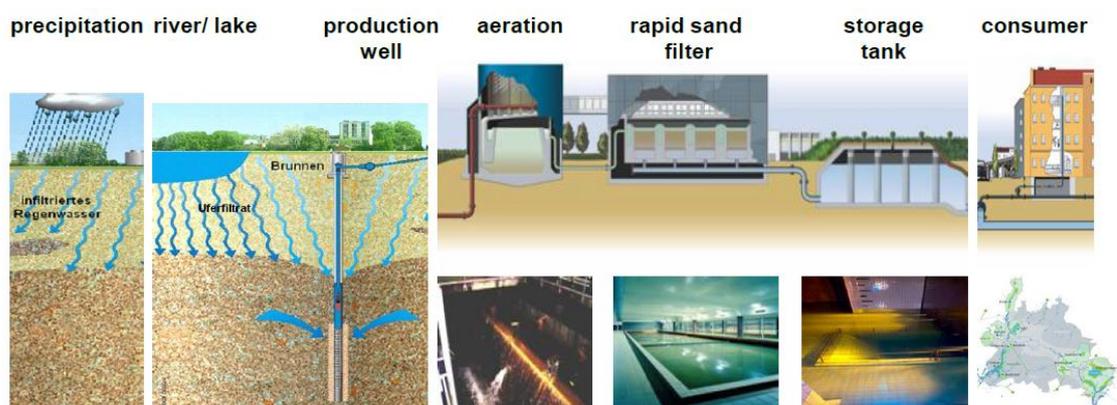


圖 12 BWB 淨水處理流程圖

另外 BWB 實施「納斯利政策(Natural and Artificial Systems for Recharge and Infiltration, NASRI)」，即針對各項水質污染潛勢的物質(例如：Algae Toxics, Organic Substances, Bacteria, Viruses, PhAC, and Antibiotics etc.)，以專家管理方式(各分項子題負責人均為學有專精博士人才)，持續研發及透過建立模式(Modelling)整合實驗分析數據，並以建立「綱領原則(Guideline Principle)」為最終管理目標。

(二)、比特堡自來水公司(Kommunale Netze Eifel Wasser, KNE)

比特堡自來水公司(Kommunale Netze Eifel Wasser, KNE)屬公法機構，位處德國西南方(詳圖 13)，緊鄰比利時(Belgien)及盧森堡(Luxemburg)，供水範圍以德國為主，必要時將支援該兩國緊急用水需求。本次參訪由 KNE 公司資深工程師 Walter Reichert 接待，他說明該公司 2013 年供水人口僅 51,433 人，劃分 3 個供水區，供水管線長 1206 公里，日供水量 3,966 立方公尺，管材以 DIP 為主(當地叫做 GGG-Rohr)，其餘管材尚有 PVC/PE、鋼管和其他軟管。水源包括地下水(主要)、地上水及河湖水，員工數 50 人，是家非常迷你的自來水公司。在淨水處理上目前河湖水漸有藻類滋生的問題，惟因河湖水不是主要水源，目前尚非第一處理要務。整體而言，該公司淨水水質用戶的評價是：「水質好到像游泳池，且卻無需加氯。」

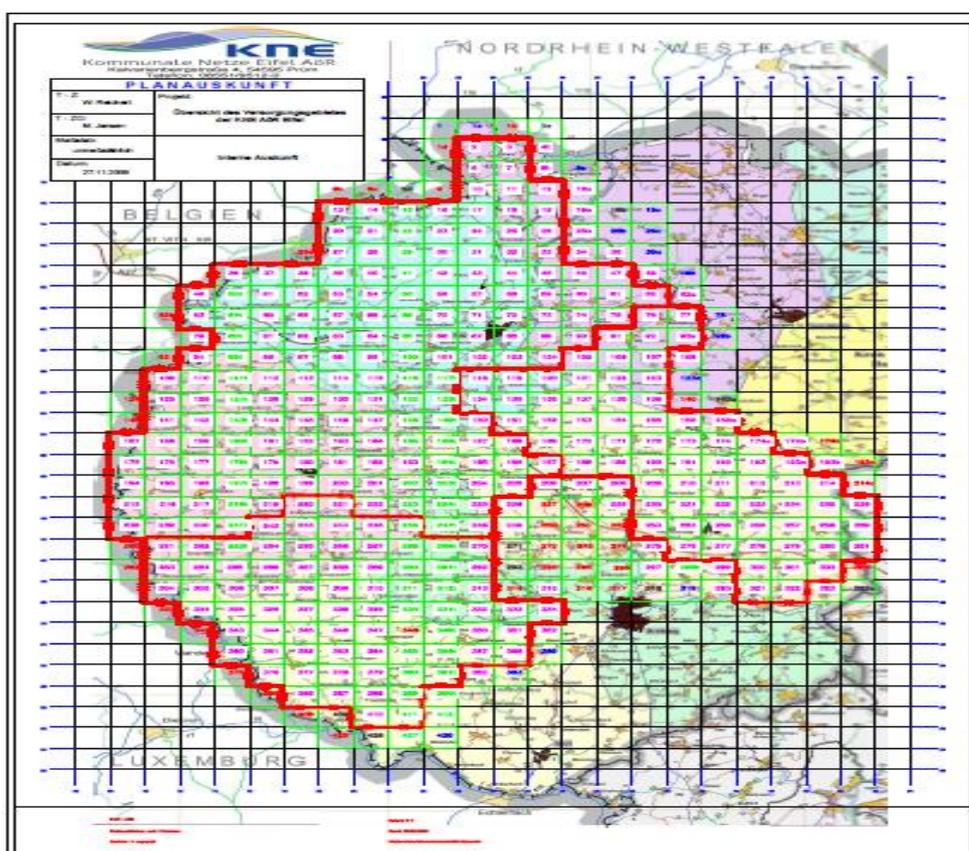


圖 13 KNE 供水分區網格圖

(三)、 慕尼黑理工大學城市水處理工程系(Department of Urban Water Systems Engineering, TUM)

慕尼黑理工大學城市水處理工程系(Department of Urban Water Systems Engineering, TUM)以研究紮實見長，在德國是很熱門的學校系所。有關本次拜訪 Prof. Dr.-Ing. Jörg E. Drewes 係為研習水循環及高級處理相關技術(例如：硬度、溴酸鹽、臭味、砷...等)，Drewes 教授目前為該系系主任，同時也是 IWA 德國區國家代表理事(Fellow)，學驗豐富，學術地位崇高。本次有幸拜訪請益完全歸功於駐德國台北辦事處駐法蘭克福辦事處經濟組鈕蓉慈秘書，原期望 Drewes 教授可提供本公司目前面臨問題之建議解決方案，不巧拜會當日 Drewes 教授臨時因公赴柏林開會，於是改由 Dr.-Ing. Uwe Hübner 代為接待，同時 Drewes 教授允諾日後可再接觸研商，為未來合作預留伏筆。

Hübner 博士專長在於新興污染物議題(Contaminants of Emerging Concern, CECs)的相關研究，近年來以 SMART(Sequential MAR Technology)系統進行水質分析，其所謂的 MAR，即是以「控制水相再補注(Managed Aquifer Recharge)」方式進行相關新興污染物的定量及分布分析(詳圖 14)，此類研究成果也為他爭取得到 TUM 教職。而新興污染物更是目前環保署積極研議列入管控清單的研究標的，此類水質如何在淨水處理過程中順利得到有效控制，看來此行和 Hübner 博士建立的情誼將有助於日後和其繼續請益。

慕尼黑理工大學城市水處理工程系實驗室之實驗設備完整，且非常注意工安，在相關實驗室外均以醒目的圖示(詳參圖 15~16)提醒使用者應當注意的實驗室工安規定，對於健康安全的概念傳遞的相當清楚，值得我們學習。另外該系以建置模場(詳參圖 17)進行研究的現象相當普遍，一般在累積實驗室規模的相當數據後，會規劃再以模場試驗進行更深入的驗證，時值台灣自來水公司積極推展淨水場

實場驗證及模場模擬水質處理問題之時，該系在模場操作時降低污染，以及減少干擾的概念，的確值得學習借鏡。



Chair of Urban Water Systems Engineering



Technische Universität München

Engineered Natural Treatment Systems

Dr.-Ing. Uwe Hübner



Overview

Natural treatment processes, such as riverbank filtration, soil aquifer treatment or biologically-active filters, are used in water treatment for many decades. The work of this research group focuses on transitioning these passive treatment systems to active processes with predictable water quality. The integration of these natural processes as new engineered concepts can result in a more effective elimination of organic contaminants providing an alternative to advanced treatment technologies like ozonation or membrane filtration. Current research activities include:

- Elucidation of key factors for the removal of contaminants of emerging concern (CEC) in natural systems
- Development of novel concepts for enhanced removal of CECs
- Evaluation of hybrid systems of biofiltration and chemical oxidation

Sequential MAR Technology (SMART)

Karin Hellauer, Konstantin Wycisk

Our previous research revealed that the composition and concentration of the primary substrate (DOC) determines structure and function of the biocommunity that is capable of degrading contaminants of emerging concern (CECs). The innovative SMART concept combines two managed aquifer recharge (MAR) systems with an in between aeration step to provide favorable aerobic, carbon limited infiltration conditions in the second system.

This concept is tested in lab-scale column experiments and validated at full scale using the groundwater recharge facility at Lake Tegel, Berlin.

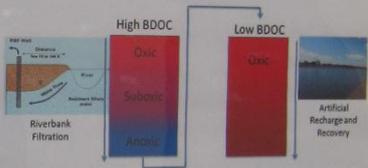


Fig. 1: Principle of Sequential MAR Technology (SMART)

CECs in indirect potable reuse

Johann Müller, Lucia Villamayor

Non-potable and potable water reuse can represent a viable option to diversify local water resource portfolios while reducing the demand for conventional freshwater supplies. The objective of the EU-project FRAME is to develop an overall evaluation scheme for indirect potable reuse (INPR) strategies. Secondary and advanced treatment prior to release into an environmental buffer (i.e., groundwater or receiving surface water) are assessed to identify and manage potential adverse environmental and human health effects. Treatment strategies include combined high and low rate biofiltration, ozonation, advanced oxidation processes (AOP) and soil aquifer treatment.

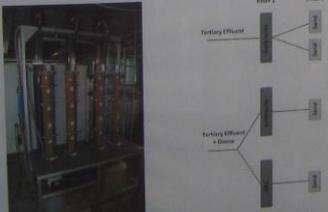


Fig. 2: Experimental set-up and scheme for biofiltration

Cometabolic biodegradation of CECs

Christoph Schiefer

Concentrations of micropollutants in the environment are generally too low to serve as primary carbon or energy source for microorganisms. Their biotransformation in groundwater systems can occur i) via co-metabolism by unspecific enzymes without any immediate benefit for the bacteria or ii) via co-utilization by organisms expressing a variety of target enzymes for different substrates. Soil column experiments are established to elucidate dominating mechanisms of micropollutant removal.

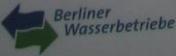


Fig. 3: Different set-ups for soil column experiments

Contact

Dr.-Ing. Uwe Hübner
 Technische Universität München
 Chair of Urban Water Systems Engineering
 Am Coulombswall 8
 85748 Garching, Germany
 E-Mail: u.huebner@tum.de

Acknowledgments




2015/07/14

圖 14 Dr.-Ing. Uwe Hübner „SMART of CECs”



圖 15 TUM 實驗室警示圖(1)



圖 16 TUM 實驗室警示圖(2)



圖 17 TUM 模場試驗室示意圖

五、 WSP 主題之配水管理

(一)、柏林水務公司(Berliner Wasserbetriebe, BWB)

與 BWB 研討 WSP 第三項議題為：「管網高漏水，突顯台灣是世界排名第 18 位缺水國家，評估導入德國管網數位控制系統(DCS)降低漏水現象。」

由 BWB 配水管網相關統計資料可知，截至 2012 為止，其管線總長度約 274,00 公里，消防栓約 70,000 只，而制水閥則約 94,000 個。基於降低漏水減少水資源浪費的前提下，BWB 的策略為選用優良管種，並善用中央監控系統輔助，使其年爆管(burst)次數從 1990 的 1300 次，降至 2012 年的 620 次，降幅 52%，成效斐然。其自來水損失率(Water Loss)一般控制在 3~4%之間(2008~2013)，2014 更降至歷史新低 2.2%，究其實際得知係歸功於良好水壓管理(維持在 4~5bar)及均勻佈設的遙測監控設備(3 個供水區，平均設置 9 個淨水場監控點)。

大柏林供水系統有 5 個操作中心，這些中心負責管線的維護和修復。2012 整體供水管線有 51%是延性鑄鐵管(Ductile Iron Pipe, DIP)、28%鑄鐵管(Cast Iron Pipe, CIP)、11%石棉管(Asbestos Pipe, ASP)、9%鋼管(Steel Pipe, SP)及 1%其他管種(如 PE, PVC, Concrete etc.)。主幹管以 SP 為主要管種，配水管網則以 DIP 為主力。為了防止霜害，其管線埋深較台灣 1.0m 更深的 1.5m。

(二)、阿爾布斯塔特自來水公司(Albstadt Werke)

在前往阿爾布斯塔特自來水公司(Albstadt Werke)之前，和該公司接待人員約在斯圖佳特火車總站(Stuttgart Hbf)，因該火車站正進行大規模的改建工程，我特別好奇站外牆壁懸掛有深藍色漆的管線(詳圖 18)，直覺它的顏色與自來水有關？但為何需要懸空？

經洽詢結果，揭曉答案是：為珍惜水資源，施工期間所抽出的地下水以此專管引流至附近雨水下水道系統或地下水補助專管，一則可以維護工地的乾淨清潔，另一方面則是不浪費水資源，在施工結束之時再予以拆除回復原貌，將水循環永續的概念發揮的淋漓盡致，著實令人佩服。



圖 18 斯圖佳特火車總站(Stuttgart Hbf)施工引水管線示意圖

阿爾布斯塔特自來水公司(Albstadt Werke)經營項目除了提供自來水之外，另包括天然氣、液化石油氣、能源、街燈及木片工廠，多角化經營使其財務富彈性。Albstadt Werke 自來水員工 160 人，服務用戶 37,000 人，管線佈設 51.9 公里，管材包括鐵管(Iron)、鋼管(Steel)及高硬度聚乙烯管(HDPE)，詳細管線佈設詳圖 19。

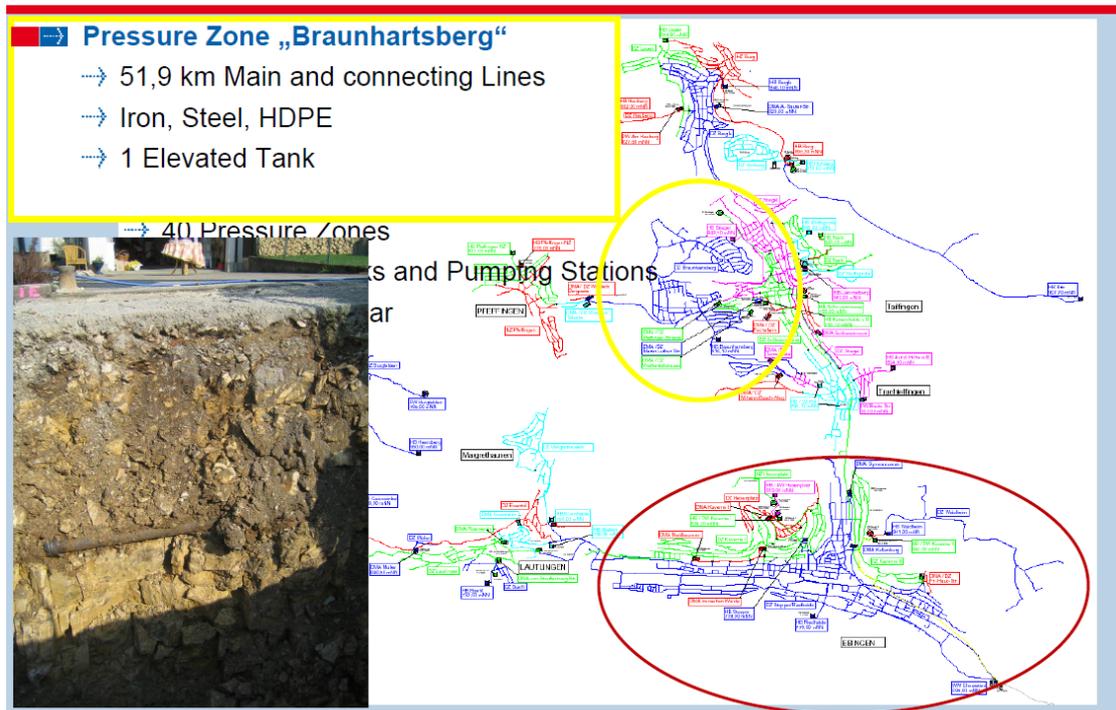


圖 19 Albstadt Werke 自來水管線佈設圖

配水管網中最可能影響水質的負向行為即為破管造成的污染事件。Albstadt Werke 引進一套非常有用的檢漏系統來管理管線漏水。該公司針對此類漏水管控問題的操作要領有如下幾項步驟：

1. 水量平衡(Water Mass Balance)

計算商業損失(Commercial Loss, 售水量/供水量)及真實損失(Real Loss, 每件漏水統計量)。

2. 監控進出水量(Monitoring Inflow & Outflow)

完整紀錄 24 小時進出水量分佈圖，相關統計歷線及裝置示意詳

參圖 20。

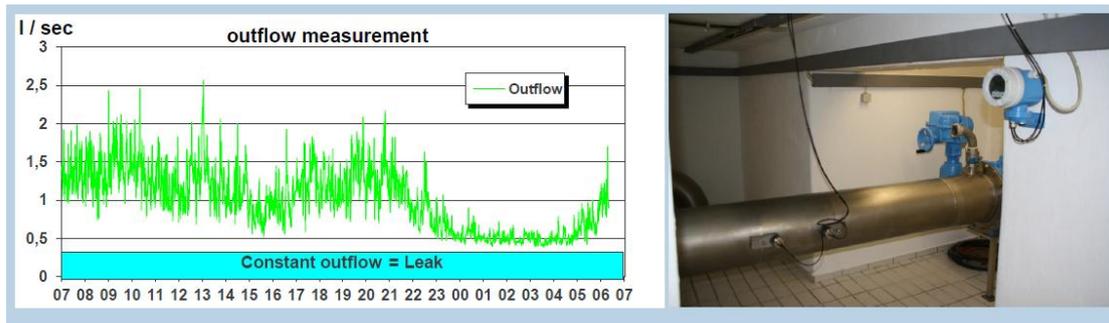


圖 20 進出水量統計歷線及裝置示意圖

3. 初始最佳化(First Optimization)

劃分水壓管控區(Pressure Zone)(詳圖 21)，俾利縮小管網分區。

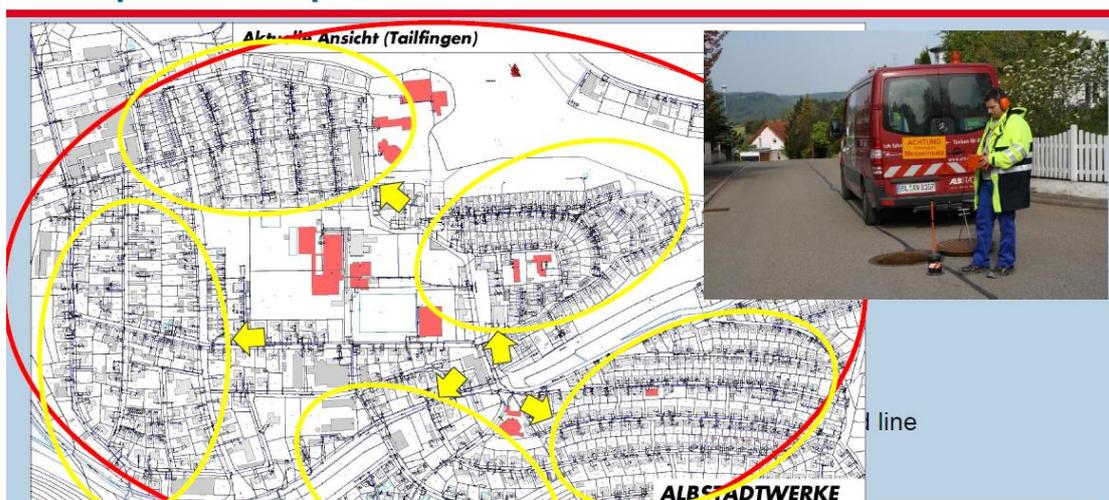


圖 21 劃分水壓管控區域圖

4. 二階最佳化(Second Optimization)

將記錄儀(Logger)評估裝設位置，俾便偵測及接收訊號。

5. 決定最佳方案(Optimization Solution)

為利記錄儀(Logger)發出的訊號可以順暢的由接收器(Receptor)接收,同時透過無線傳輸的方式將訊號回傳控制中心,因此 Receptor 需設置高處且較無遮蔽的地點(詳參圖 22)。

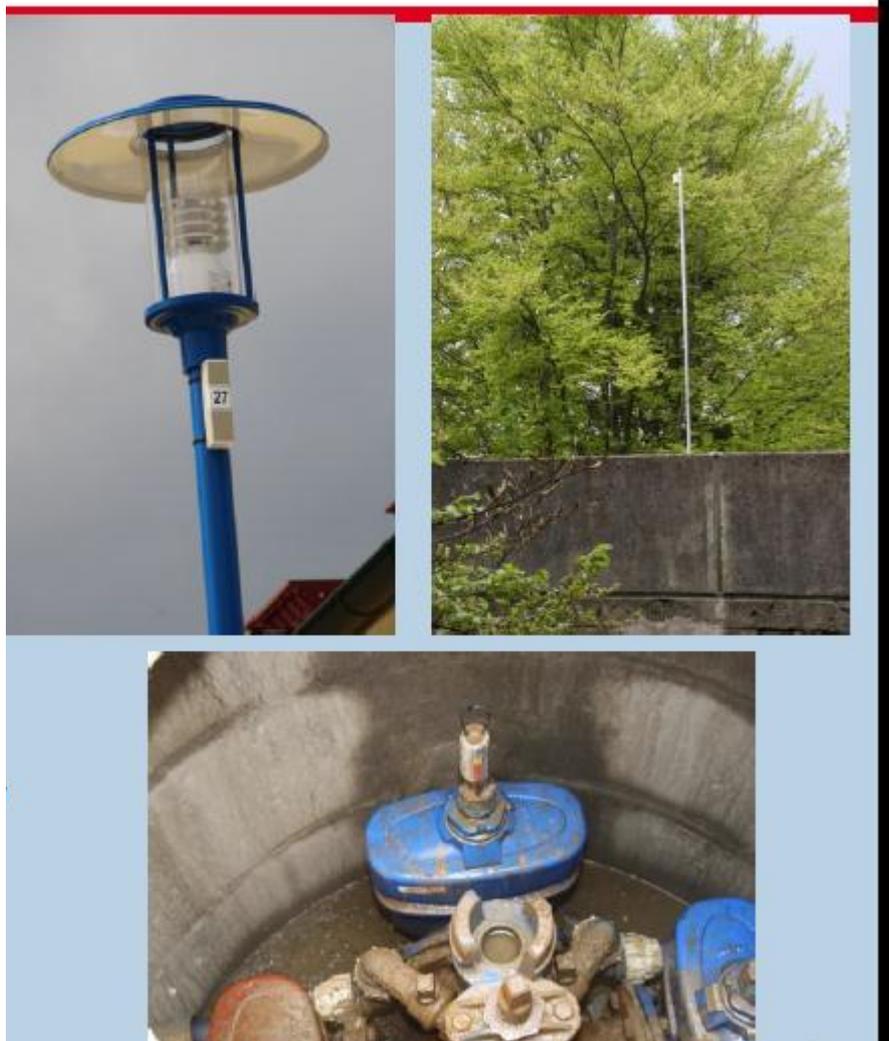


圖 22 Logger vs. Receptor 裝設示意圖

就 Albstadt Werke 實務運作經驗得知：在某水壓管控區(Pressure Zone)設置 80 只記錄儀(Logger)，其監控管線總長度為 51887 公尺。將傳輸通訊訊號(GSM Modem)與網路(Internet)連接，並評估 Logger 是否均可依評估地點裝設、不同氣候條件是否會影響其準確度(例如：夏季炎熱及大雨；冬天害及結冰)、Logger 電池可有效使用多長時間？以及監測結果的精確性(Precision)如何？但其實證結果令人滿意，其偵測漏水準確度高達 98%(即對於正常圖譜的漏水現象無法有效偵測除外)，即使在惡劣天候亦不影響其功能。

圖 23 即為 Albstadt Werke 漏水監測系統監測漏水點(Break)相對位置畫面，當二只 Logger(編號 402197 及 402214)在水壓管控區(Pressure Zone)呈現漏水點相對位置(距編號 402197 Logger 335.4m 及編號 402214 Logger 264.6m)，並可由其光譜(Spectrum)及音頻(Frequency)對應漏水監測系統背景值，進行再次確認作業，Albstadt Werke 工程師 Frank Tantzky 告訴我這套系統協助該公司有效降低管理人力及提高應變能力。

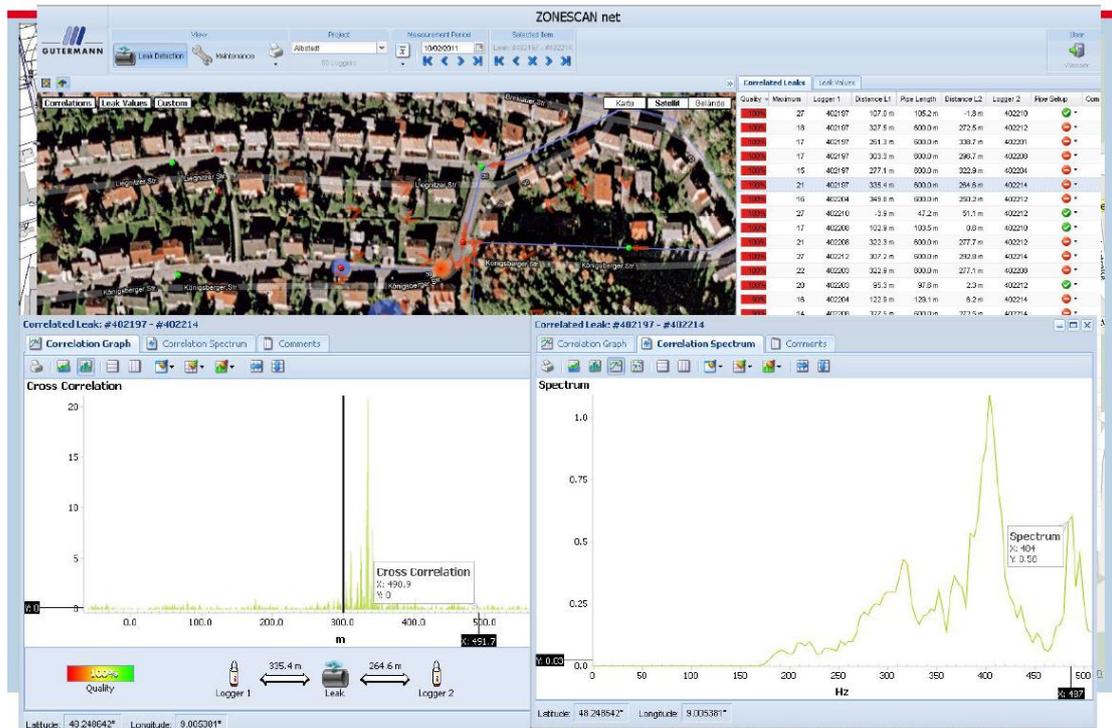


圖 23 Albstadt Werke 管線漏水監測圖

(三)、古特曼公司(Gutermann Technology GmbH)

參觀古特曼公司是項巧遇，其機緣主要係來自為瞭解配水管網漏水對水質安全性可能造成的影響有多大？因此經由 Albstadt Werke 引見，於是得以藉由參訪其檢測漏水相關儀器，瞭解檢測漏儀器與水安全計畫的關連性。

Gutermann 公司標榜其產品為「智慧型防漏管理(Intelligent Water Loss Management)」工具，該公司為跨國企業，其商品除銷售德國本身以外，並行銷遍及世界各國，包括法國、美國、英國、日本、澳洲、印度、加拿大及以色列等國，各種檢測漏工具可應不同業主需求裝設，據稱可有效降低漏水偵測時間，節省人力成本。

古特曼德國分公司採精英策略，員工人數僅 18 人，其中 10 人位處德南羅芬斯堡(Ravensburg)負責軟硬體研發，另 8 人位於斯圖佳特(Stuttgart)專司銷售及維護，同時為維護商品品質及對環境友善，已取得 ISO9001 及 ISO14001 認證。本次參訪由執行長 Erwin Glashauser 親自接待，除介紹希望開拓亞太市場的雄心，亦逐一介紹其商品及所有研發、銷售維護員工，瞭解其商品適用對象。

本參訪行唯一遺憾部分是古特曼德國分公司基於商業機密考量無法拍照、錄音及錄影，因此相關商品僅提供截自商品說明(詳圖 24~25)資料供參。

Production



7/23/2015

10

Confidential – For Internal Use Only


GUTERMANN

圖 24 古特曼公司商品示意圖(1)

New Product Pre-Launch *Leckortung EASY gemacht*
Leak locating - the EASY way

GUTERMANN

EASYSCAN

- *Korrelator und Horchgerät in einem!*
• Correlator and listening device - All in One!
- *Sehr einfach in der Bedienung*
• Surprisingly easy to use
- *GPS gesteuerte Darstellung auf Strassenkarten*
• GPS controlled visualisation on street maps
- *Läuft auf Ihrem Smartphone und Tablet*
• Designed to run on any mobile device
- *Grosse Leistung - kleiner Preis*
• Big performance - small price



圖 25 古特曼公司商品示意圖(2)

(四)、印特古拉福公司(Intergraph SG&I Deutschland GmbH)

印特古拉福公司總部設於美國 Huntsville, Alabama, 於 1969 年創立。德國分公司設立於 1978, 營業據點遍及全德國, 該公司主要業務為企業工程軟體(Enterprise Engineering Software)及地理資訊方案與程序解決技術(Geobased Solution and Processes), 詳細內容請參閱圖 26。該德國分公司服務區域遍及歐陸及中東 400 餘大企業, 顯見其商業運用的普及程度(詳圖 27)。換言之, 該公司產品可協助自來水運用地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)做為基礎平台, 再根據水源、淨水處理、配水管網及用戶端攸關水質安全的各項管理需求, 建立各項加值系統, 用以協助管理者達到水質安全計畫的目標。



圖 26 印特古拉福公司業務示意圖



圖 27 印特古拉福公司歐陸及中東服務分布圖

印特古拉福公司目前推陳出新協助德國方面自來水公司的業務聚焦在行動APP的開發，運用最新G!NIUS系統開發完成Modelling export water – water modelling，可應使用者需求協助進行漏水管理、閘栓巡查、用戶新裝、水理分析、水壓歷線分析、監測儀器管理、歷史水質資料管理及支援客服系統等功能。以下圖28所示(因考量商業機密，該公司僅提供電力模組供參)即為加值系統之範例：同時提供各地下管線相關圖示(包括鎖定庫存圖(Inventory)、全域圖(Overview)、線路圖(Schema)、詳細圖(Detail)及縱剖面圖(Langitudinal Profile))，可協助管理者有效進行更進一步的深層分析，以提高問題解決技術，對於確保水質安全的工作確實可以發揮即時處理的功能。

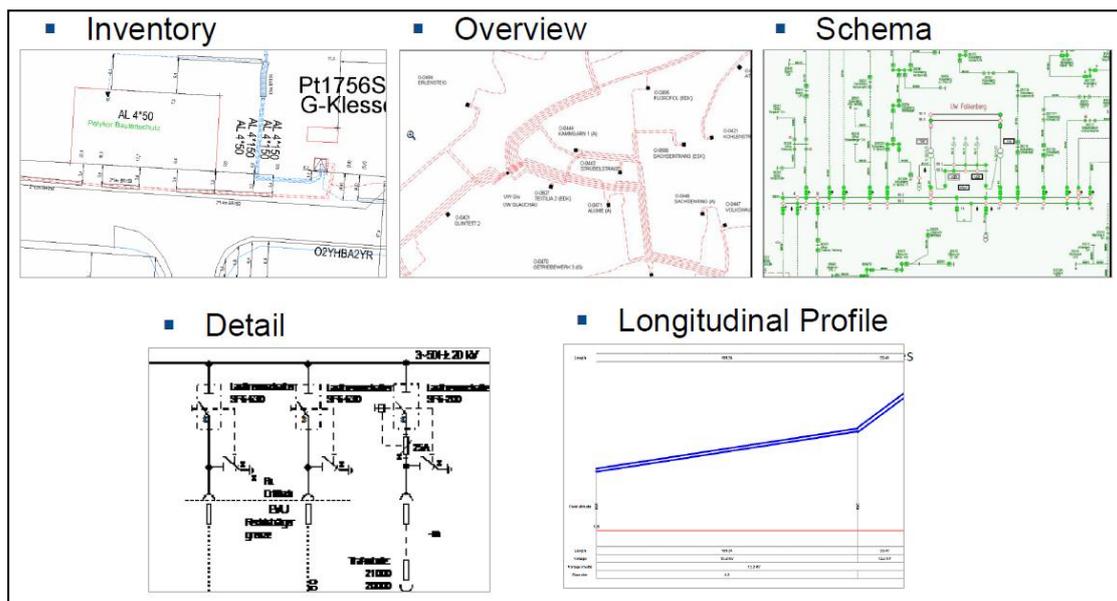


圖 28 APP 展示地下管線相關資訊圖

(五)、 比特堡自來水公司(Kommunale Netze Eiffel Wasser, KNE)

自 1976 年起 KNE 供水水質僅一次接獲民眾反應水質具臭味，經查該案係因其他單位工程施工不慎挖破自來水管導致水質受污染，而 KNE 立即修補，洗管並於最短時間回復供水，事後並主動關心該影響用戶約 100 戶的後續用水狀況，深獲好評。重法守法是德國人的民族性，想當然爾 KNE 同時向破壞者採取求償動作，將相關證據蒐集完備後提出並順利取得賠償，同時也贏回用戶的用水信心。

因 KNE 供水區域高低起伏變化劇烈水壓難以合理調控，因此該公司善用 GIS 進行遠端管網控制系統，並與 SCADA 結合，有效應用於配水系統及處理即時漏水問題。圖 29 即 KNE 掌控全部供水區與 GIS 圖資對應的水壓分布圖，實務做法上即藉著水壓的異常變化，得以即時掌握訊息並採取因應措施。

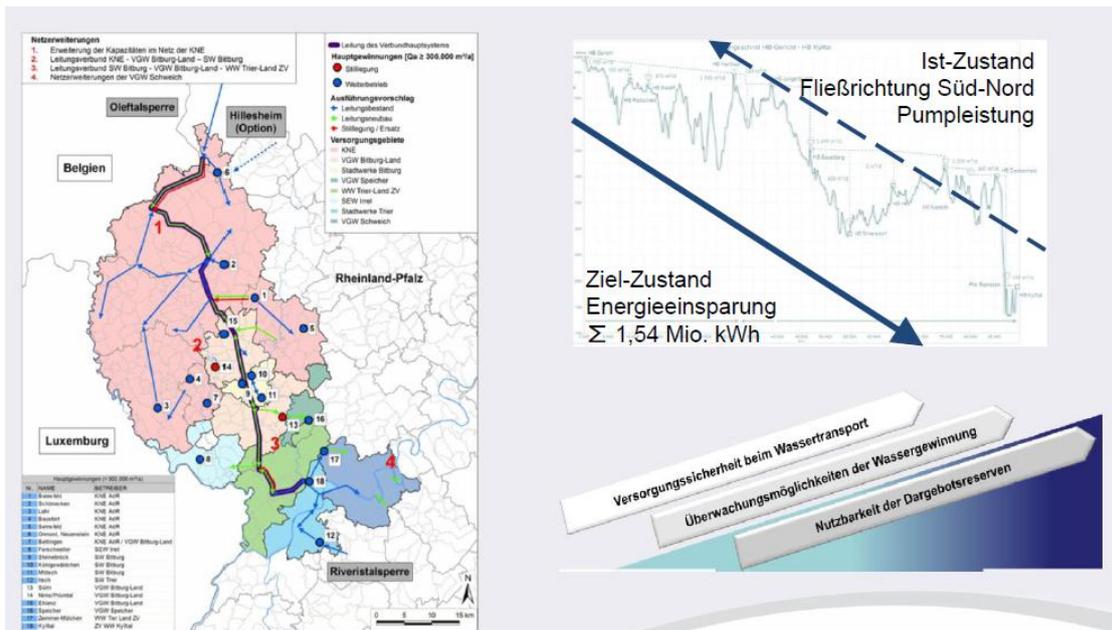


圖 29 KNE 供水區 vs. GIS 對應水壓分布圖

六、 WSP 主題之用戶服務

(一)、柏林水務公司(Berliner Wasserbetriebe, BWB)

與 BWB 研討 WSP 第四項議題為：「請益德國自來水事業對於用戶服務資訊公開，如何強化與民眾互動關係，化被動式受理用戶反應問題為主動宣導增值服務。」

根據 2013 年 BWB 所做的顧客滿意度僅 58%，乍看之下，心想如此制度完善，注重研發及講究服務的公司，為何有那麼多的顧客不滿意？但一探原因則是因為水價太過昂貴(每度約 100 元新台幣)所致。然而 350 萬柏林民眾仍仰賴 BWB 提供量足質優自來水以應生活所需，此現象的確引人深思，以價制量的做法確實可以達到減少浪費水資源的目的。但我更想看看 BWB 除合理反應水價成本，還有那些作為可以提昇對用戶用水品質的滿意度？由下列 BWB 的經營理念及執著精神，我看到其持續改善及自我要求的精神，相當值得學習。

1. 不斷改進 BWB 的形象。
2. 持續努力強化內部員工對自來水產品的信心及對掌握全流程技術訣竅(know-how)的能力。
3. 設法影響及改變客戶對 BWB 的態度。

為有效執行水安全計畫的用戶水質反饋部分，BWB 設定三項循序策進目標(Target)及應對策略(Strategy)，最重要的精神就是要先鞏固公司內部向心力，再逐步與用戶互動，最終希望能落實上揭經營理念的達成(詳表 3)。

表 3 BWB 與用戶接觸三步驟說明表

	第一階段	→ 第二階段	→ 第三階段
對象	內部 (Internal)	外部 (External)	外部 (External)
目標	<ol style="list-style-type: none"> 1. 內部員工對任務的認同。 2. 鼓勵職員對自己的工作感到自豪與驕傲。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 主動將公司公眾事務釋出於公共論壇及政令宣導場合。 2. 成為意見領袖 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 鑑別及參與各公共論壇、政令宣導及意見領袖的效果。 2. 使用戶潛移默化接受高水價及感謝公司的服務
策略	提供資訊→增加動機→使員工同仇敵愾，一傳十，十傳百為公司效力。	以情感訴求→引起注意→透過溝通平台(例如公司官網)傳遞對用戶的訴求。	持續更新官網資訊→對話(Dialogue)及互動(Interaction)，以檢視及修正溝通的方向。

值得一提的事是，在與 BWB 第一次聯繫是假日非上班日，寄去的電子郵件，馬上就收到回擲，並留下代理人緊急聯絡電話及電郵可供聯繫，當時雖然看不懂德文內容，但可以感受到 BWB 「以客為尊」的理念乃具體落實在初次的接觸，這個看似不起眼的動作，卻的確讓我留下很好的印象。

再來 BWB 非常重視內部員工，我們可以從其官網內容看到「員工圖像」(詳圖 30)，點選每位員工可以看到該員工侃侃而談他的工作內容，工作經驗及他對 BWB 的感想。另外在 BWB 辦公廳外懸掛的文宣圖片不是大明星，而是 BWB 的基層員工((詳圖 31))。BWB 想要傳遞的訊息即是”Nothing Runs Without Us”，亦即「我們的員工來自你們的家庭；我們的服務品質就如同你的家人般值得信賴。」





Uwe Schultze

Mitarbeiter der Öffentlichkeitsarbeit

Was macht Ihnen bei der Arbeit besonders viel Spaß?
Der Kontakt mit den Kunden

Wie lange sind Sie schon bei den Berliner Wasserbetrieben - und woran erinnern Sie sich besonders gern?
Seit 31 Jahren - an meine erste Führung als Lehrling

Welche Aufgabe war für Sie am schwierigsten? Haben Sie's geschafft?
Die Schließung vom Klärwerk Marienfelde und der Wechsel zum Rechnungswesen

Was motiviert Sie tagtäglich bei Ihrer Arbeit?
Ich brauche keine Motivation, ich gehe gern zur Arbeit.

圖 30 BWB 官網員工圖像



圖 31 BWB 文宣圖片

此外 BWB 亦善用社群軟體(e.g. Youtube, Facebook, and Instagram etc.)公布與用戶有關的活動及訊息，將被動接收用戶反映事項，轉而主動釋出用戶關心與水相關的資訊，藉此拉近與用戶的距離。至於每年至少舉辦 50 場以上與水相關的大型活動乃年度盛事，此與台灣每年 4~6 月舉辦的節水活動類似，但為達與用戶互動的效果，BWB 舉辦的次數顯然更多。

至於與輿情的關係則是台灣相似，除了針對不實報導發澄清稿外，有關正面新聞亦會主動與媒體聯繫發佈新聞，因此平時與媒體的互動良好是相當重要。

因為柏林是德國的首都人口眾多，人民又非常友善，因此不同國籍人士均得以此地安身立命，因此 BWB 規劃有多國的語言服務。例如官網就有德、英語；電話客服另有土耳其語；而網頁內容分設一般民眾版本、兒童版本、教師版本及專業人士版本，以滿足不同使用者的需求。

(二)、 比特堡自來水公司(Kommunale Netze Eiffel Wasser, KNE)

KNE 公司非常重視提供用戶用水之水質檢驗作業，由取得德國官方“DakkS“(德國標定服務)的標定實驗室認證(證書詳圖 32)可以得到佐證。在參訪 KNE 公司實驗室的過程中對其井然有序的管理留有相當深刻的印象，最重要的實驗室是有專人負責管理(類同 TWC 水質課檢驗室主管)，各水質檢項部分亦有專人負責，分工程度類同環保署 NIEA 及 TAF17025 認證要求的規模，所幸此部分 TWC 的水質檢驗及分析作業已可與 KNE 公司並駕齊驅。



圖 32 KNE DakKS 證書

肆、心得與建議

1. 德國波昂是國際水安全計畫發源地，對提供量足、質優及服務好的訴求是具體實現的地方，同時該計畫執行及推動單位 GWSPIPO 每年均會在波昂舉行研討會，召集世界各國關心水安全的人士齊聚一堂共同討論，以國際視野的格局嚴肅看待此項議題。
2. 經參訪德國大型自來水公司(柏林自來水 BWB)、中型自來水公司(阿爾布斯塔特自來水 Albstadt Werke)及小型自來水公司(比特堡水公司 Kommunale Netze Eifel, KNE)所得共同的心得是：其水源擇選優質來源且水量充沛不虞匱乏，並運用巡查和監測設備予以嚴密保護；地下水以設井抽取為主要汲取水方式，另重視維持地下水的豐沛性，多採 Bank Filtration 方式補助地下水脈。這三個淨水廠均採不加消毒劑方式送出清水，民眾可生飲自來水；配送系統幾乎全仰賴監控設備將水質資訊展現在 GIS 圖面上(或大型監控面板)，而用戶端的客訴反應可以監測數值是否超過法規限值即時呼應用戶關心和感受到的水質問題。至於主動提供用戶水質資訊的作為除網頁定期公布水質檢驗結果，另廣為運用各社群網站(如 Facebook, Youtube, and Instagram)即時提供與水質有關的宣導及活動，均有別於採守勢的等待民眾反應問題來的積極。
3. 德國各地水價由各地區自訂，每度水約折合新台幣 100 元，其國民所得雖為台灣的 2~3 倍，但高賦稅(所得 40%以上)、民族性生性節省及具環境友善觀念等因素，實質上已有效降低水資源浪費，據悉德國每人每日用水量不到 150 公升可以，此與台灣居世界第 18 位缺水國家的平均日用水量 250lpcd，顯然已提供台灣未來針對水資源管理上相當具說服力的參照。

4. 柏林 BWB 目前(2015)已由之前民營型態(仍具官股)轉為公營型態，其主要原因係由於水公司主要售水收入不足以支撐正常營管及人力成本支出，當經濟主力來自公部門(包括議會通過)的財政挹注，民營與公營型態的互轉機制在德國是普遍的現象，但不論其如轉變，均以不影響供水及服務品質為前提。
5. BWB, KNE, and Albstadt Werke 等自來水公司在配水管網管理上運用先進及輕巧的監控儀器，輔以資料完整 GIS 系統 Database，並選用優良管種和高施工品質將自來水漏水率控制在 3~4% 以下(2014 更低至 2.2%)，低漏水率可有效降低自來水在配送階段因管壓變化受地下物質侵入而污染的機率，供水安全性自然提高。
6. 用戶服務部分，BWB, KNE, and Albstadt Werke 等自來水公司均充份於公司網頁主動公布水質資訊供用戶查詢。值得一提的事是，在與 BWB 第一次聯繫是假日非上班日，寄去的電子郵件，馬上就收到回擲，並留下代理人緊急聯絡電話及電郵可供聯繫，雖然看不懂德文內容，但可以感受到 BWB「以客為尊」的理念乃具體落實在初次的接觸，這個看似不起眼的動作，卻令人留下相當好的印象(Köln RheinEnergie 自來水公司亦採同樣用戶服務措施，惟因該公司人力緊縮因素未能接受參訪)。
7. 德國因水源管理良善，以一般傳統淨水技術解決水處理問題已然足夠，因此德國學界(柏林自由大學 FUB, 慕尼黑理工大學 TUM)近來關心的議題主要聚焦在水源湖區底泥與水質之間的物質傳輸，將對水源造成何類影響；另外生物性指標(例如 Algae Toxics, Organic Substances, Bacteria, Viruses, PhAC, and Antibiotics etc.)其數據消長對人體造成健康風險及與法規之間的對應性是近來關注的焦點；至於經濟發展造成廢水(例如氨氮)排放、管末處理對水源的污染潛勢及新興污染物議題(Contaminants of Emerging Concern, CECs)亦是其關心和研究主力。

8. 慕尼黑理工大學城市水處理工程系 (Department of Urban Water Systems Engineering, TUM) 以建置模場進行研究的現象相當普遍，在累積實驗室規模的相當數據後，再以模場試驗進行更深入的驗證，時值台灣自來水公司積極推展淨水場實場驗證及模場模擬水質處理問題之時，該系在模場操作時降低污染，以及減少干擾的概念，的確值得學習借鏡。
9. 德國施工工地附近掛有懸空深藍色管線，其用意係施工期間所抽出的地下水以此專管引流至附近雨水下水道系統或地下水補助專管，一則可以維護工地的乾淨清潔，另一方面則是不浪費水資源，在施工結束之時再予以拆除回復原貌，將水循環永續的概念發揮的淋漓盡致，著實令人佩服。
10. 人稱德國是個「晚熟」的民族，台灣何嘗不是，試想當有陌生的電子郵件主旨說明要來做訪問，人性的本能反應就是刪除，深怕是駭客或是病毒，因此請求參訪能否碰到有緣人真的需要一點運氣。因此建議後進，在聯繫之初要先做好心理建設，拒絕或不回復是家常便飯，但務必展現最大誠意，持續聯絡。提供受訪者資料之主旨要精準破題並吸引受訪者願意打開郵件，內容需提供英文版個人履歷、公務出國證明(另附台灣簡介)、參訪目的、討論主題(室內討論或需現場參觀)，參訪時間(請務必提供多一些時段讓受訪者選擇) 及說明邀請函或同意書需簽名回擲，俾便完備國內報核作業及德國入境可能查驗的文件。此行最大的感動是看見德國受訪單位不論是學界、業界或自來水公司，一旦允諾接受參訪都竭盡所能提供諮詢，真可謂「知無不言，言無不盡。」也的確因著這些受訪單位的協助，讓本報告更有其獨特的價值。

伍、謝誌

很榮幸此次能經公司推薦參加經濟部 104 年臺、德技術合作人員訓練計畫甄審，並獲評審通過赴德研習「為提昇台灣供水品質及經營績效，評估導入國際『水安全計畫』之可行性」。雖然此次參訪研習僅短短二星期，但收獲頗為豐碩，特別要感謝經濟部提供經費，本公司長官之推薦與支持。

好事總是多磨，有鑑於德國學制在 7 月中即為暑假旅遊旺季，為配合部分受訪單位希望 7 月初成行，因此可供聯繫確認行程的時間甚為侷促(4~5 月)，此次研習參訪雖然僅短短二星期，但考量規劃參訪的自來水公司需大小規模兼具，學界需為水資源專家，業界對象需具與水質業務相關，最最重要的是受訪對象需具有高度受訪意願。在聯繫及參訪過程中，無數熱心指導及協助之單位與人員，讓我感激不已，謝謝你們讓我不虛此行，也因著你們的無私促成這份報告的完成，未來所有落實推動水安全計畫的成果，將是您們共同的貢獻。以下，請容我一一致謝：

經濟部國際合作處王佩萍小姐、駐德國台北辦事處經濟組何元圭組長暨何子毅秘書、駐德國台北辦事處科技組林東毅組長暨 Mrs. Peters、駐德國台北辦事處駐法蘭克福辦事處經濟組鈕蓉慈秘書、駐德國台北辦事處駐德國漢堡辦事處葉慧芳秘書、本公司阮剛猛董事長、胡南澤總經理、吳振榮总工程师、人力資源處林瑞卿處長、行政處蔡鐵雄處長暨公共事務組林義雄組長及同仁、財務處吳晉明組長、水質處全體(特別是水處理研究組)同仁、會計處許永旭組員、人力資源處黃柏耀組員、台灣德國同學會科隆大學林昱秀小姐、Bonn Global Water Safety Plan International Project Office, Executive Dr. Anik Bhaduri; Freie Universität Berlin, Department of Earth Sciences Institute of Geographical Sciences, Prof. Dr. Achim Schulte, Prof. Dr. Margot

Böse, Prof. Dr. Michael Schneider, Dr. Michaela Dumm, Dr. Rene Suthfeledt, Dr. Ogt Ben, Dr. Jacob Hardt, and Dr. Robert Hebenstreit; Berliner Wasserbetriebe, Dr. Gesche Gruetzmacher, Dr. Ruth Bittner, Mr. Britta Hohndorf, and Miss Frau Wuzig; Intergraph SG& I Deutschland GmbH, Country Manager mirko schlett, Account Manager Fredy Flesch and Mr. Fabian maesch; Kommunale Netze Eiffel Wasser, Mr. Walter Reichert; Gutermann Technology GmbH, Managing Director Erwin Glashauser, Mr. Joey Chan, and Mr. Jens Herzberg; Albstadt Werke, Mr. Frank Tantzky; Technische Universität München, Department of Urban Water Systems Engineering, Chair, Prof. Dr.-Ing. Jörg E. Drewes, and Prof. Dr.-Ing. Uwe Hübner.

Thank you so much