

出國報告（出國類別：其它）

赴德國研習「生態治河」報告

服務機關：經濟部水利署

姓名職稱：陳展裕 副工程司




派赴國家：德國

出國期間：102年8月11日至8月25日

報告日期：102年10月23日

附件

出國報告審核表

出國報告名稱：赴德國研習「生態治河」報告			
出國人姓名 (2人以上，以1人為代表)		職稱	服務單位
陳展裕		副工程司	經濟部水利署
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習 <input checked="" type="checkbox"/> 其他 研習 (例如國際會議、國際比賽、業務接洽等)		
出國期間：102年8月11日至102年8月25日		報告繳交日期：102年10月23日	
出國人員自我檢核	計畫主辦機關審核	審 核 項 目	
<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	1.依限繳交出國報告 2.格式完整(本文必須具備「目的」、「過程」、「心得及建議事項」) 3.無抄襲相關資料 4.內容充實完備 5.建議具參考價值 6.送本機關參考或研辦 7.送上級機關參考 8.退回補正，原因： (1)不符原核定出國計畫 (2)以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 (3)內容空洞簡略或未涵蓋規定要項 (4)抄襲相關資料之全部或部分內容 (5)引用相關資料未註明資料來源 (6)電子檔案未依格式辦理 (7)未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 9.本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： (1)辦理本機關出國報告座談會(說明會)，與同仁進行知識分享。 (2)於本機關業務會報提出報告 (3)其他_____	
出國人簽章(2人以上，得以1人為代表)		計畫主辦機關審核人	一級單位主管簽章
			

說明：

- 一、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 二、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「公務出國報告資訊網」為原則。

誌謝

本次赴德國研習「生態治河」計畫，蒙經濟部國際合作處 102 年度「經濟部臺德、臺法、臺奧、臺俄及臺加技術合作人員訓練計畫」補助經費，並透過經濟部駐德國台北代表處法蘭克福辦事處經濟組葛組長文成、商務組鄭商務秘書錦松及 Brigitte Ekhaton 女士於百忙之中仍撥冗協助洽排研習行程及熱情招待，使本次研習計畫能順利成行。於德國研習期間，感謝法蘭克福市區排水部(Stadtentwässerung Frankfurt am Main) Holger Krier 博士；黑森州環境與地質局(Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie) Björn Michaelis 博士；淡水生態辦公室(Büro für Gewässerökologie) Gottfried Lehr 先生；魏爾海姆水資源局(Wasserwirtschaftsamtw. Weilheim) Roland Kriegsch 局長指派 Dora Schulze 女士等三人；德國聯邦水文研究所(Bundesanstalt für Gewässerkunde) Martina Katharina Sauer 女士、Christian von Landwüst 先生及 Bernd Mockenhaupt 先生；慕尼黑水資源局(Wasserwirtschaftsamtw. München) Nivedita Mahida 女士等受訪單位人士無私分享工作與研究之經驗、成果、簡報、論文等相關資料，現勘解說及慷慨的車輛接送及熱情招待，使本次研習計畫能圓滿完成。謹在此致上最誠致的謝意。

目錄

1	目的.....	1
2	過程與心得.....	2
2.1	行程簡介.....	2
2.2	行程表.....	3
2.3	研習過程與心得.....	4
2.3.1	法蘭克福市區排水部(S tadten tw ässerung F rank furt am M ain)參訪	4
2.3.2	黑森州環境與地質局 W 1 淡水生態組(H essisches Landesam t für U m w elt und G eologie D ezemat W 1 -G ew ässeröko logie)及淡水生 態辦公室(Bü ro fürG ew ässeröko logie)參訪	15
2.3.3	魏爾海姆水資源局(W assew irtschaftsam tW eilheim)參訪.....	20
2.3.4	德國聯邦水文研究所(Bundesanstalt fürG ew ässerkunde)參訪..	27
2.3.5	慕尼黑水資源局 (W assew irtschaftsam tM ünchen)參訪	36
3	建議.....	45

圖目錄

圖 1 尼塔河位置圖.....	5
圖 2 尼塔河早年洪氾圖.....	5
圖 3 尼塔河截彎取直示意圖.....	6
圖 4 1976 年及 2010 年黑森州水質調查圖.....	7
圖 5 尼塔河生態復育及生態工程策略.....	8
圖 6 尼塔河生態復育及生態工程-1.....	9
圖 7 尼塔河生態復育及生態工程-2.....	10
圖 8 尼塔河攔河堰.....	11
圖 9 尼塔河攔河堰改善工程-1.....	12
圖 10 尼塔河攔河堰改善工程-2.....	13
圖 11 尼塔河中上游環境-1.....	16
圖 12 尼塔河中上游環境-2.....	17
圖 13 尼塔河中上游環境-3.....	18
圖 14 魏爾海姆水資源局轄區圖.....	21
圖 15 伊薩河流域圖.....	21
圖 16 伊薩河上游河川環境圖.....	22
圖 17 伊薩河上游水利發電攔河堰、漁道位置及臨近污水處理廠位置圖.....	23
圖 18 近自然魚道規劃示意圖.....	24
圖 19 魚道實況圖.....	25
圖 20 德國聯邦水道及海岸地區.....	28
圖 21 德國聯邦水道魚類遷移類型.....	29
圖 22 德國河道環境今昔比較圖.....	30
圖 23 魚獲歷史調查統計.....	31
圖 24 兼具發電及運河功能之攔河堰老舊魚道改善工程.....	32
圖 25 魚類遷移研究調查技術改進.....	33
圖 26 與魚道共構的魚道觀察與教育中心.....	34
圖 27 慕尼黑水資源局轄區圖.....	37
圖 28 伊薩河於慕尼黑地區圖像歷史紀錄.....	37
圖 29 伊薩河計畫範圍圖.....	38
圖 30 伊薩河計畫措施概述-1.....	39
圖 31 伊薩河計畫措施概述-2.....	40
圖 32 伊薩河計畫措施概述-3.....	41
圖 33 伊薩河計畫措施概述-4.....	42
圖 34 伊薩河計畫完成後之優美景觀.....	43

1 目的

臺灣河川自然環境秀麗，且生態資源豐富，在早年社會發展及工商業進步之下，河川的水患治理與水資源利用，工程設施多以安全、經濟及管理便利為首要考量，少有配合環境生態之思維，因此在達成河川防洪減災及水資源利用目的之餘，卻可能影響自然環境與生態。近年來產、官、學及民間逐漸重視河川自然環境維護及生態保育、復育，只是河川治理兼具生態考量的推動與實行，是需要長期而整體的調查、研究、規劃、施行、維護與教育，在公部門及民間共同努力之下，循序漸進地逐步推展。

歐洲在工業革命之後，於工業及社會經濟蓬勃發展的情況下，也有類似台灣早年河川治理未將自然生態環境列入考量之情形，例如本次前往研習之國家—德國，早期的河川整治工程都是為了航運、水力開發，或為建築居住地、高速公路及農業區而建構的防洪工程，缺少自然生態環境保育的思維而造成河道線型幾何化及河床人工渠道化，使得這些河川的生態環境與生物棲地與濕地棲地具嚴重之負面影響。在生態環境惡化日益嚴重下，1938年德國提出「近自然河川整治」的概念，指出在完成傳統河流治理任務的基礎上，可以達到接近自然、經濟並保持景觀的河川治理方法，在數十年的努力之後，已有明顯的進步與成效，部份河川的近自然生態整治方式，已成為國際生態治河的範例。

本次前往德國參訪致力於生態治河的相關政府部門與機構，並由其帶領前往現場觀摩，研習德國生態治河之相關制度、技術、經驗及實際案例等，期望能對國內河川治理朝近自然生態治理之目標有所助益。

2 過程與心得

2.1 行程簡介

本次參訪，始於民國 102 年 8 月 11 日由臺中前往臺灣桃園中正國際機場搭乘飛機直飛德國法蘭克福(Frankfurt)，於 8 月 12 日至 8 月 15 日期間，前往法蘭克福市區排水部(Stadtentwässerung Frankfurt am Main)與自我基本監控與品管部門(Grundlagen, Eigenüberwachung und Qualitätsmanagement)主管 Holger Krier 博士研討及參訪尼塔河(Nidda River)於法蘭克福市區之河川生態復育與生態工程，並研習有關河川生態連續性技術。8 月 16 日至 8 月 17 日期間，會同黑森州環境與地質局(Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie)W 1 淡水生態組(Dezemat W 1 - Gewässerökologie)的 Björn Michaelis 博士，及淡水生態辦公室(Büro für Gewässerökologie)的 Gottfried Lehr 先生就尼塔河中上游段巴德菲爾貝爾地區(Bad Vilbe)生態復育與生態工程，以及河川自然景觀保護規劃進行研討及現地參訪。8 月 19 日為由法蘭克福前往慕尼黑(Munich)之移動車程。8 月 19 日至 8 月 20 日期間，前往魏爾海姆水資源局(Wasserwirtschaftsamtwielheim)，由該局 Roland Kriegsch 局長指派部門主管 Dora Schulze 女士等三人共同研討伊薩河(Isar River)河川水生動物棲息地營造及天然水域和濕地的保護和維護技術與經驗，並赴現場勘查參訪。8 月 21 日前往位於科布林茲(Koblenz)的德國聯邦水文研究所(Bundesanstalt für Gewässerkunde)拜訪 Christian von Landwüst 先生、Bemd Mockenhaupt 先生及 Martina Katharina Sauer 女士研討河川生態連續性技術，並參訪魚道實驗及案例，以及研習河川自然景觀保護規劃。8 月 22 日至 8 月 23 日期間，前往慕尼黑水資源局(Wasserwirtschaftsamtmünchen)訪問 Nivedita Mahida 女士研討伊薩河中游於慕尼黑市區之生態復育與生態工程計畫，並赴現場參訪。於 8 月 24 日由法蘭克福搭機返回臺灣桃園中正國際機場回國。

2.2 行程表

訓練進修日期 及時間 Visiting Time	訓練進修地點 Location	實際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 Topics for discussion
08/11 2013	台北-法蘭克福 Taipei -Frankfurt	往程	
08/12-08/15 2013	法蘭克福 Frankfurt	法蘭克福市區排水部 Stadtentwässerung Frankfurt am Main Dr.-Ing. Holger Krier	1. 法蘭克福市尼塔河生態 復育與生態工程研討及 參訪 2. 河川生態連續性技術研 習
08/16-08/17 2013	巴德菲爾貝爾 Bad Vilbe	黑森州環境與地質局 W 1 淡 水生態組 Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie Dezemat W 1 - Gewässerökologie Björn Michaelis, PhD 淡水生態辦公室 Büro für Gewässerökologie Dipl.-Ing. Gottfried Lehr	1. 尼塔河中上游段生態復 育與生態工程研討及參 訪 2. 河川自然景觀保護規劃 研習及參訪
08/18 2013	法蘭克福-慕 尼黑 Frankfurt - Munich	車程	
08/19-08/20 2013	魏爾海姆 Weilheim	魏爾海姆水資源局 Wasserwirtschaftsam t Weilheim Mrs. Dora Schulze	1. 伊薩河河川水生動物棲 息地營造研討 2. 伊薩河天然水域和濕地 的保護和維護參訪
08/21 2013	科布林茲 Koblentz	德國聯邦水文研究所 Bundesanstalt für Gewässerkunde Mr. Christian von Landwüst Mrs. Martina Katharina Sauer Mr. Bernd Muckenhaupt	1. 河川生態連續性技術研 習 2. 魚道實驗及案例參訪 3. 河川自然景觀保護規劃 研習及參訪
08/22-08/23 2013	慕尼黑 Munich	慕尼黑水資源局 Wasserwirtschaftsam t München Mrs. Nivedita Mahida	慕尼黑伊薩河中游及市區 生態復育與生態工程
08/24-08/25 2013	法蘭克福-台 北 Frankfurt -Taipei	返程	

2.3 研習過程與心得

2.3.1 法蘭克福市區排水部(Stadtentwässerung Frankfurt am Main)參訪

2.3.1.1 研習過程

法蘭克福市區排水部位於流經法蘭克福市的美茵河(Main River)河畔，由法蘭克福市議會、法蘭克福市市政府、營運委員會、執行委員會共同督導營運，近似於公法人或者公營事業，主要工作包括法蘭克福市區及部份鄰近地區的市管等級河川、排水規劃與工程；污水處理工程的規劃、建設、維護、運行和管理；與地方社區及協會溝通協調；水事務之法規研擬，稅收與費用運用事務；以及污水處理專業技術培訓事宜；共轄管 42 條河川、排水及野溪，總長度約 160 公里。在河川的維護與經營工作上，設定以維護近自然環境及以自然為基礎進行發展為主要目標。本次拜訪者為該單位自我基本監控與品管部門(Grundlagen, Eigenüberwachung und Qualitätsmanagement)主管 Holger Krier 博士，研討及參訪該單位所轄之尼塔河(Nidda River)於法蘭克福市區之河川生態復育與生態工程，並研習有關河川生態連續性技術。

尼塔河位於黑森州(Hesse)，為美茵河之支流，總長約 98 公里，流域面積約 1,619.3 平方公里，發源地高程約 720 公尺，屬於歐洲大陸常見之平原型河川，位置如圖 1 所示。

尼塔河之平原型河川自由擺盪蜿蜒河性，早期遇較大豪雨時，常造成兩岸的洪氾(如圖 2 所示)，因此在 60 年代主要治理工作上，係以工程方式進行河道改善，截彎取直為主(詳如圖 3)，因而改變了原來自然環境，減少了濕地與河灘的自然棲息地。且隨著工商業及社會發展，水質情況極為不佳。在 80~90 年代尼塔河之污染防治與環境復育受到民眾、輿論及選舉政策之高度重視，由政府部門、社會團體、地區民眾代表及環境顧問公司共同組成推動小組，以改善水質、保育及規劃現存的河川低地、恢復河川自然環境為主要目標，進行尼塔河改善計畫，經過多年的努力，已有相當成果，而其河川生態自然工法及自然生態環境廊道的策略，已成為德國河川環境保育之典範。

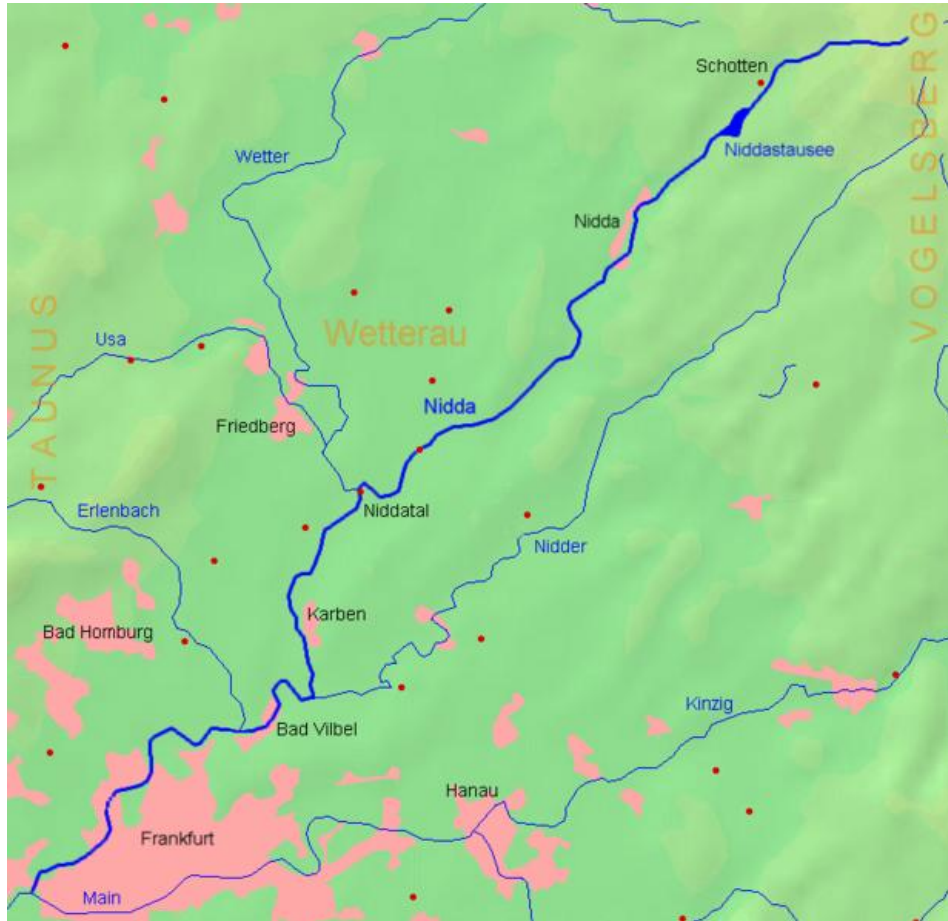


圖 1 尼塔河位置圖



圖 2 尼塔河早年洪氾圖

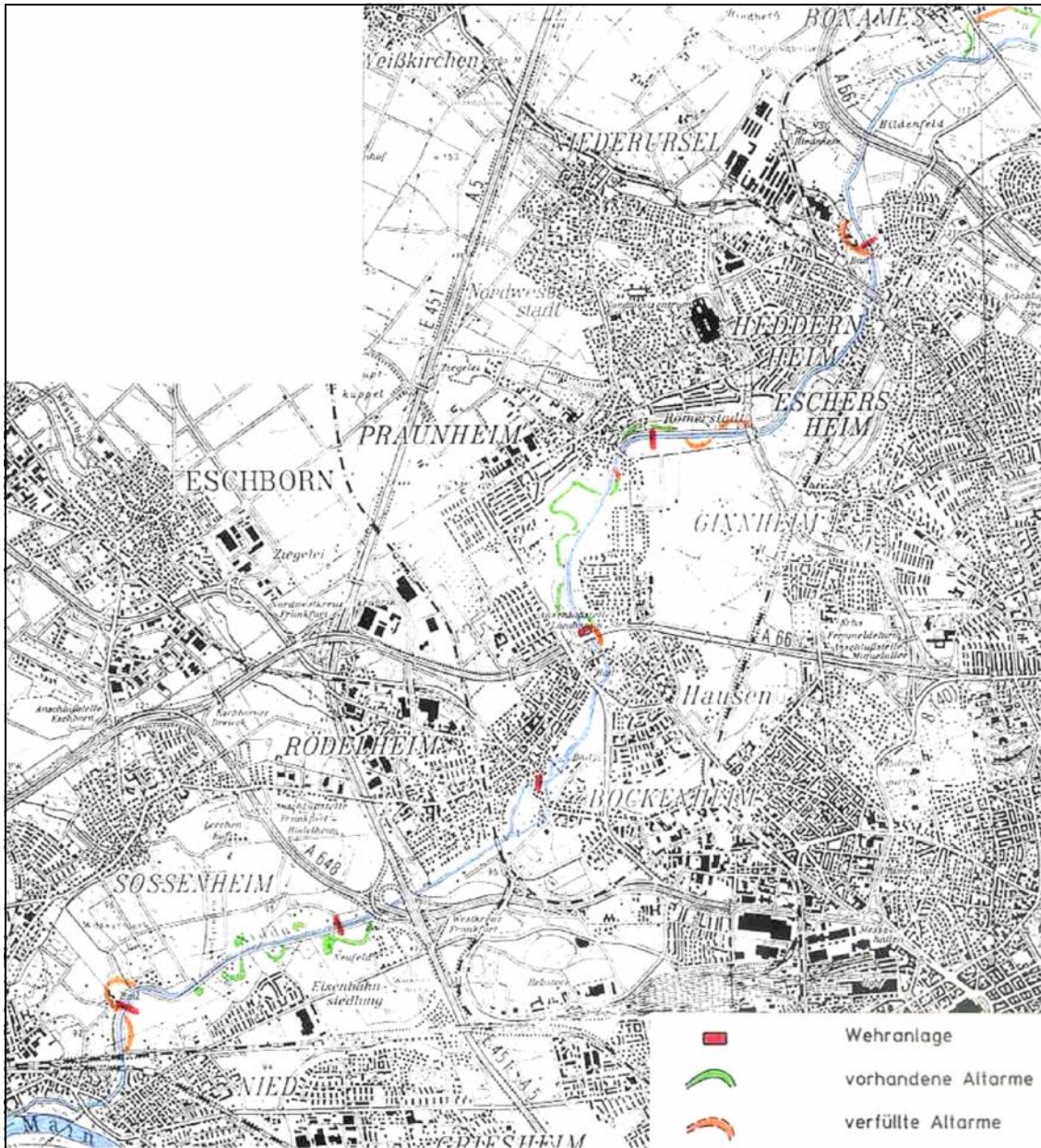


圖 3 尼塔河截彎取直示意圖

法蘭克福市區排水部位於尼塔河轄管之長度約 20 公里，範圍包括六座攔河堰。在水質改善方面，依據 1976 年及 2010 年黑森州水質調查結果(詳圖 4)，尼塔河之水質已從極度污染改善為輕度污染，就改善水質目標，已有相當成果。

在河川生態復育之生態工程部份，策略之一為將渠道化之河道逐漸恢復為自然蜿蜒河道，以百年計畫洪峰流量不溢岸之原則，拓寬河道供河川自然演變，並拓展排水或野溪匯流口範圍，形成自然濕地，不多作人為工程或規劃植栽，由植物自然生長而發展河川棲地，詳如圖 5 至圖 7 所示。

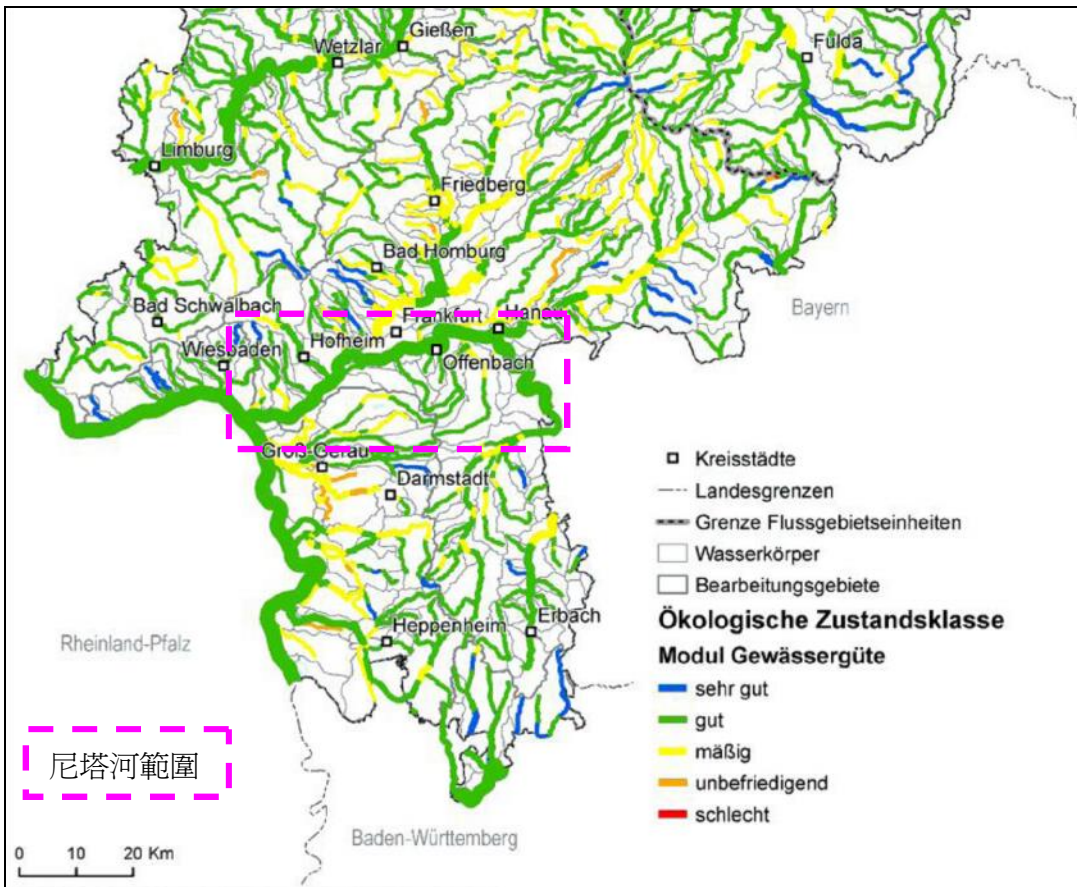
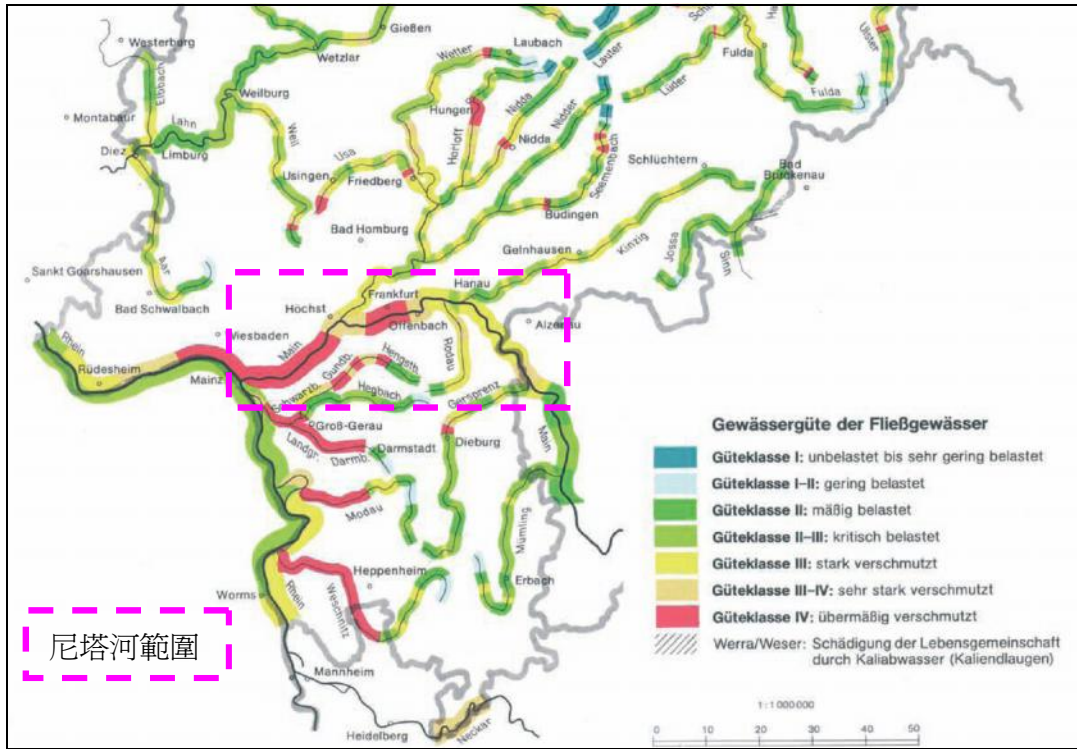
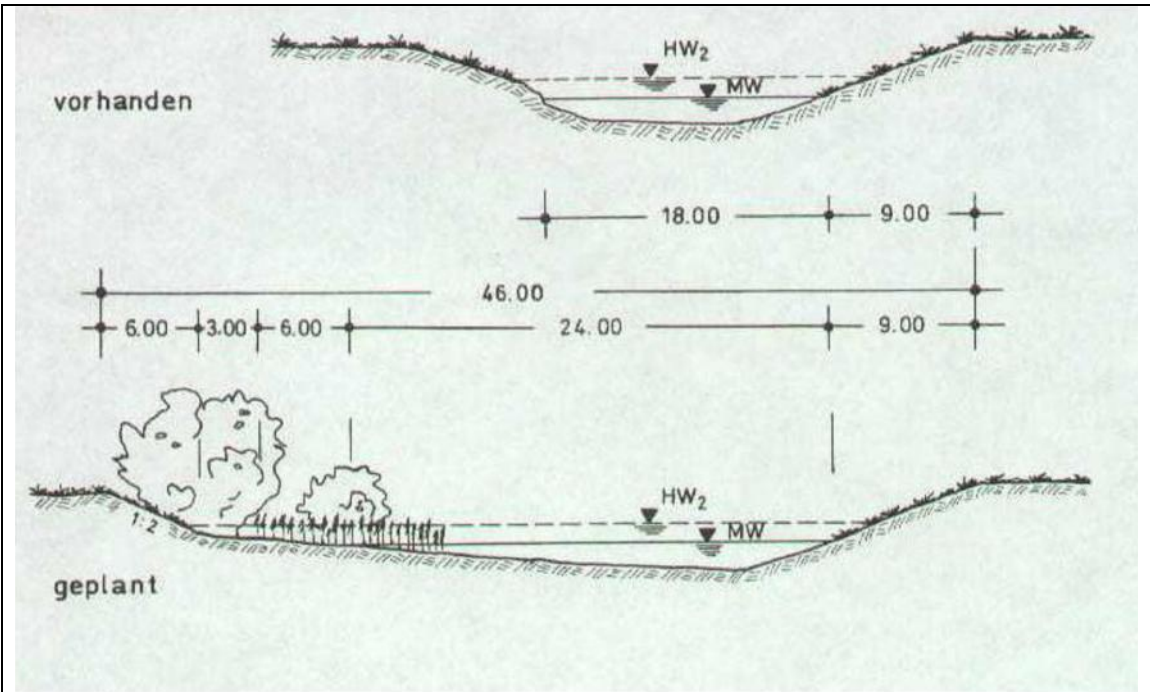
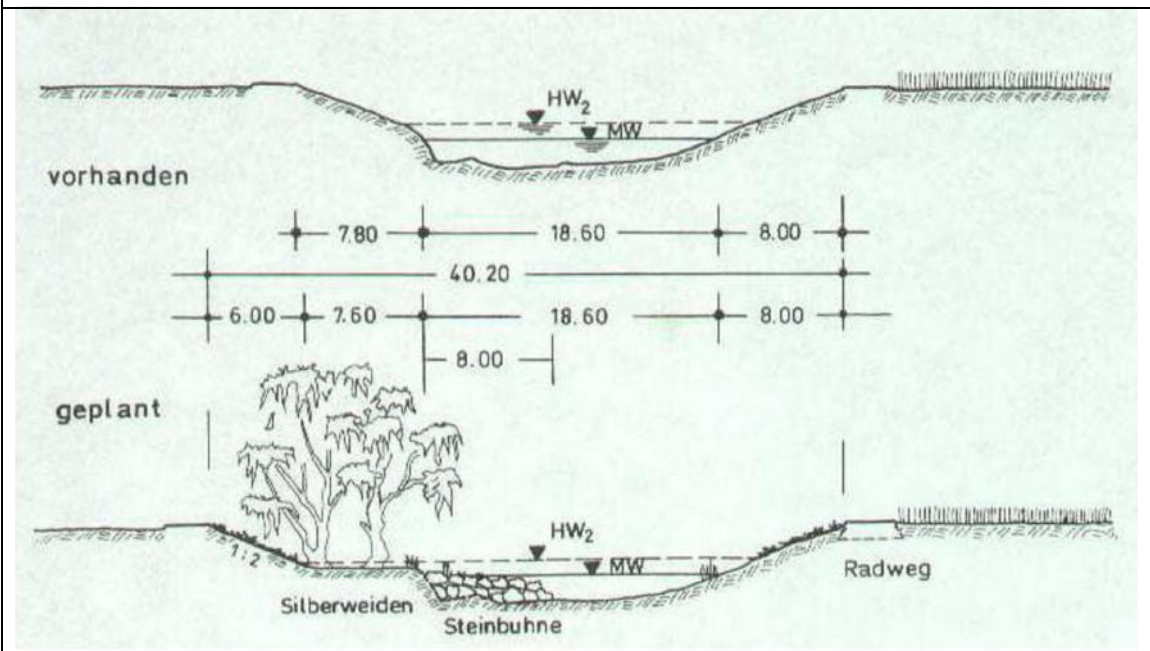


圖 4 1976 年及 2010 年黑森州水質調查圖



將原有河道拓寬，恢復河川高、低灘地，使常流量之水位能漫溢灘地，河相能自然發展，灘地形成濕地，不多加人工經營，即能使原本單調的二岸環境，在植物自然復育下，營造在地多樣化生態棲地，而計畫洪水位下亦不致溢淹成災



人工親水環境之營造(例如圖中之自行車道)外仍保留灘地空間，作為漫灘濕地空間，減少人為干擾自然復育生態環境，工作措施以透水性臨時構造為主(例如圖中之砌石丁填)

圖 5 尼塔河生態復育及生態工程策略



將原有河岸之護岸打除，匯流之排水出口予以拓寬，供植物自然生長而成爲濕地型態之生態棲地，自行車道等人爲設施不進入該範圍



大型排水出口之原有潭瀨濕地予保留，維護原有自然生態環境，並適度營造二岸環境爲親水公園

圖 6 尼塔河生態復育及生態工程-1



防洪構造以天然石材堆砌，自然融入環境景觀，堤前坡覆厚土層，供植物自然生長



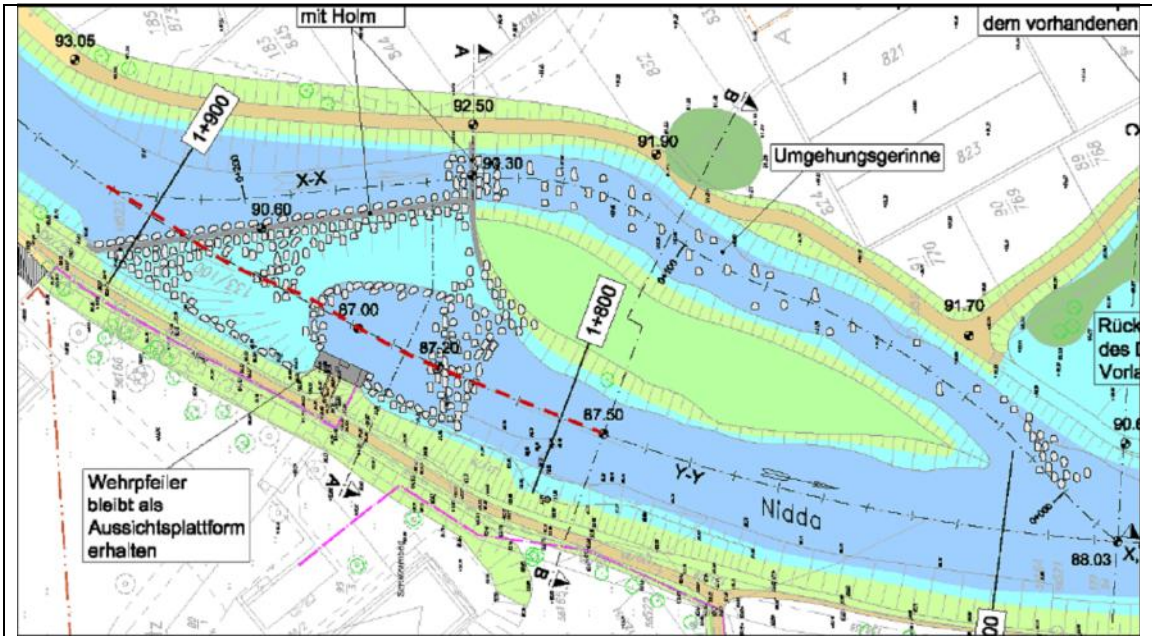
造成河川渠道化之砌石護岸遭局部沖毀後，不予復建，由河川自然蜿蜒發展，原砌石護岸現成爲河中島，植物生長繁密的生態棲地。

圖 7 尼塔河生態復育及生態工程-2

尼塔河於法蘭克福市範圍內，共計有六座攔河堰，主要為取水功能，於洪氾時其閘門由人為操作倒下，以暢洩洪水，但平時造成水域生態廊道阻絕，影響河川生態連續性。因此法蘭克福市區排水部開始研訂改善計畫，並以一座攔河堰先行改善作為實驗及示範區。計畫內容為將原有之堰體打除，規劃佈設局部性、非完全阻絕河道之攔河構造以維持取水設施所需之水位，未設置攔河構造部份則以繞道方式，另形成一近自然河道，作為魚道之功能，維持生態連續性，後續將視其成效逐步改善其它攔河堰，詳如圖 8 至圖 10 所示。



圖 8 尼塔河攔河堰



攔河堰改善計畫平面圖，將原有之主要堰體打除後，改以斜向混凝土堰攔阻部份河道，以抬升水位，維持原有取水功能，並拓展河幅，以河中島、拋塊石營造另一魚道功能之近自然河道，以維持水域生態廊道連續性



攔河堰改善完成，保留部份攔河堰機房設施，作為景觀台。

圖 9 尼塔河攔河堰改善工程-1



以拋塊石及適度混擬土工程為主，儘量減少人爲設施，使改善之河道狀況與自然環境融合，並營造湍流、緩流及潭瀨等多樣水域棲地，形成近自然河道



自行車道沿河施設，沿岸之濕地予以保留，不過度設置親水設施，維護原本自然生態環境

圖 10 尼塔河攔河堰改善工程-2

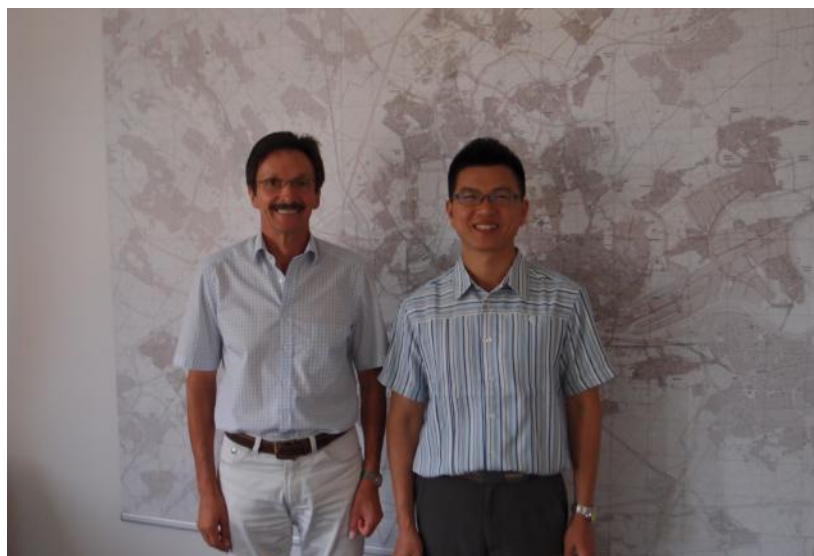
2.3.1.2 研習心得

法蘭克福市區排水部統合所轄區域之河川、排水、污水處理、生態及環境營造等工作，減少不同部門間合作的工作協調界問題，提升水利工作推動之質能與效率。

尼塔河等歐洲平原型河川，其流量大多穩定，故其各種水利治理及經營管理工作，能長年持續的推行，而臺灣地文及水文環境特殊，除河川流量季節差異大之外，常面臨颱風暴雨之超大豪雨引致之極端洪水事件，以及土砂、漂流木等複合型災害，水利工作面臨之挑戰及變數更大，執行上更加困難，而也因為如此，臺灣之水利技術能有更多面向之思考與處理極端事件之能量與經驗，這也是值得與其它國家交流之優點。

民眾對環境復育與水質改善之要求，為尼塔河生態治理工程之助力，透過長期的溝通討論等民眾參與，除能有效導正治理工作方向外，亦能減少政府人力及資源支出。

早期水資源利用設施，在生態保育之理念尙未成熟前，多以人為工程手段為主，以達成人類水資源運用之目的，或許對生態環境產生不良影響，目前各種科技及工程技術已有長足發展，因此應逐步規劃及推動工程改善計畫，在不影響水資源運用之目的下，維護、恢復自然水環境，在未有最佳策略及作法前，仍可以試驗、試辦方式，視辦理成效改進、改善，並持續推動生態治河工作。



與法蘭克福市區排水部 Holger Krier 博士合影

2.3.2 黑森州環境與地質局 W 1 淡水生態組(H essisches Landesam t für Um w elt und G eo logie Dezemat W 1 - G ew ässerökologie)及淡水生態辦公室(Büro für G ew ässerökologie)參訪

2.3.2.1 研習過程

黑森州環境與地質局成立於 2000 年，隸屬於黑森州環境，能源，農業和消費者保護部(H essisches M inisterium für Um w elt, Energie, Landw irtschaft und V erbraucherschutz)，定位為黑森州技術及科學導向之環境管理機構；本次拜訪人員為黑森州環境與地質局淡水生態組之 Bjö m M ichaelis 博士；另外設立於達姆斯塔特(Darmstadt)的淡水生態辦公室(Büro für G ew ässerökologie)是屬於德國 NGO 團體-黑森州環境學家及生態學家協會(V ereinigung H essischer Ökologen und Ökologinnen)之成員協會，致力於水資源管理、淡水生態及棲地調查、水污染防治、生態工程及物種保護等事務，本次拜訪人員為淡水生態辦公室的 G ottfried Lehr 先生。

尼塔河於法蘭克福市區以外之中上游地區，其生態維護係由黑森州環境與地質局負責，而淡水生態辦公室則以 NGO 團體角色與該局共同推動尼塔河之生態及環境維護工作。本次研習並前往尼塔河中上游之巴德菲爾貝爾(Bad V ilbe)地區進行生態復育、生態工程自然景觀保護規劃研習及參訪。

尼塔河中上游地區二岸開發程度較小，多為農田或小鎮之小型聚落，相對土地取得較易，可供推動生態治理工作之空間較市區更大。如圖 10 所示，在二岸均是自然原野，無明確保護對象之河段，以往將河道渠道化之人為防洪工程沖毀後，即不予以復建或重建，由河川自然沖淤演變，而部份農牧用地，亦予保留，不再開發，作為生態自然復育範圍，同時兼具有面對超出保護標準之洪水時，自然蓄洪、滯洪之區域。而在臨近社區聚落河段，高灘濱河部份不作人工設施或綠美化，作為自然復育空間，防洪設施結合親水功，並與自然環境結合，不需額外營造環境。開發較密集河段，仍儘量以近自然工法營造棲地，同時將防洪設施與環境結合，營造優美景觀，詳如圖 11 至圖 13 所示。



河道兩岸環境自然，少有建物等保護對象，在原有砌石護岸沖毀後，不予以復建或重建，由河川自然營力進行其沖淤演變及河道變遷，進行產生潭、瀨、急流及緩流等水域棲地，而兩岸環境以自然復育方式，未施設人為環境營造設施或綠美化工程，恢復自然棲地環境



河道旁之農牧用地，由私人基金會購得後，即不予開發，作為生態自然復育範圍，中間之自然窪地，可能為早期舊河道，目前則有類似開口堤作為大洪水來臨時，自然蓄洪、滯洪之區域，減少主河道通洪負擔

圖 11 尼塔河中上游環境-1



社區聚落所在河段，高灘植草綠化為民眾休憩空間，而濱河部份則作為自然復育空間，同時可隔離外力干擾水域棲地，而護岸以緩坡綠堤方式，並結合步道營造，充分融入自然環境，不需多作環境景觀營造



兩岸開發較密集之河段，供河川自然發展之空間有限，故利用河道內拋石或塊石丁埧，以人工近自然之生態工程方式，營造不同的水域棲地，二岸護坡仍儘量維持自然復育空間

圖 12 尼塔河中上游環境-2



防洪設施以緩坡護岸爲主，如保護標準不足，則以堤頂胸牆來達到設定之保護標準，胸牆前坡亦以綠堤緩坡型式覆蓋，並兼作河濱公園之圍牆，多重功能，且不易讓人有防洪設施之突兀人工水泥化觀感



跨河橋梁，主要供行人及自行車通行，並與咖啡廳建築結合，兼具河川生態復育之教育及民眾休憩空間，減少侵入干擾河川環境情況

圖 13 尼塔河中上游環境-3

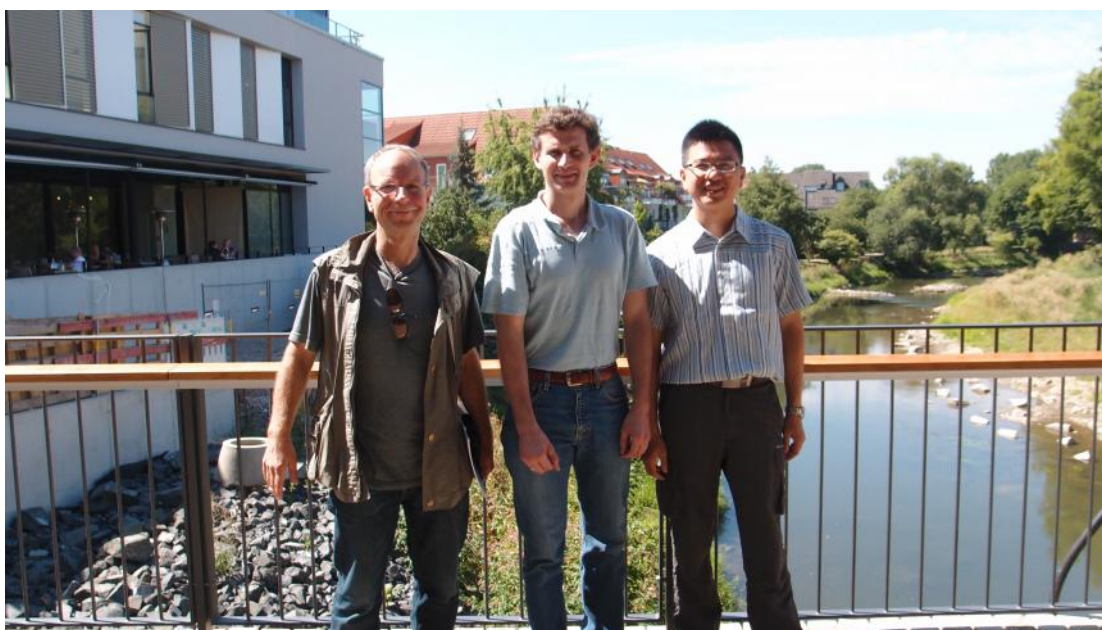
2.3.2.2 研習心得

生態治河工作，需改變以往過度人為介入的作法，應以環境為首要考量，保留空間供自然復育，而親水、教育或環境營造設施應有限度的適度施作，過多的人為設施仍不利於自然發展及棲地復育。

在無保護對象或土地取得容許之條件下，儘量保留土地與空間供河道演變及有限度之氾濫，可能較施設防洪構造物更為經濟，且有利於環境保育及生態復育。

防洪設施之規劃與建設，在防災考量外，仍可有效與自然環境結合，並兼具美化、保育及教育功能，端視工程人員之巧思，並能廣納各方意見，以利達成生態治河之最佳方案。

尼塔河或許屬較小型，近似排水之河川，但也最貼近人類生活環境，在推動生態治河之過程中，更容易提升民眾河川生態保育之正確觀念，進而經由民眾參與共同實行生態治河。



與黑森州環境與地質局 Björn Michaelis 博士(中)及淡水生態辦公室 Gottfried Lehr 先生(左)
於尼塔河現場合影

2.3.3 魏爾海姆水資源局(Wasserwirtschaftsamt Weilheim)參訪

2.3.3.1 研習過程

魏爾海姆水資源局位於德國南部的巴伐利亞州，隸屬於巴伐利亞州環境及公共衛生部(Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit)，負責該州南部 Bad Tölz - Wolfratshausen、Garmisch - Partenkirchen、Landsberg am Lech、Starnberg 及 Weilheim - Schongau 等五個地區(如圖 14 所示)的防洪，天然水域和濕地的保護、維護和發展，以及飲用水供應等水資源運用工作。本次參訪由該局 Roland Kriegsch 局長指派部門主管 Dora Schulze 女士等三人共同研討該局所轄之伊薩河(Isar River)河川水生動物棲息地營造及天然水域和濕地的保護和維護技術與經驗，並赴現場勘查參訪。

伊薩河為多瑙河支流之一，發源於阿爾卑斯山，並流經德國第三大城市慕尼黑，全長約 295 公里，流域面積約 9000 平方公里，平均流量約 175cm³(如圖 15 所示)，自 20 世紀初起，伊薩河已開始開發水力發電，且為了防洪而興建的工程使河道呈現人工渠道化現象。

近年來維護自然環境之環保意識逐漸提升，生態治河之理念、技術及工法也逐漸應用於伊薩河，防洪無虞之情況下，拓寬河道、移除渠道化之工程，並採近自然防洪工程，使河川依其營力自然發展為多樣化棲地之蜿蜒河道，環境逐漸恢復自然狀態。在水力發電設施所施作之攔河堰，以大面積土地興建緩坡型之近自然魚道，維護棲地連續性。集水區內劃設保育區，使上游地區的開發有效受到管制，除提供為生態棲地外，亦可減少環境污染及人為河川生態干擾。另自河川上游起，即興建污水處理廠，處理所有排入伊薩河之廢污水，並將污水處理廠進行汰換升級，使水質狀況改善到達可供盥洗之目標，促進了伊薩河親水休閒質與量的提升，也使慕尼黑成為擁有可供游泳戲水河川環境的歐洲少數大城市之一，詳如圖 16 至圖 19 所示。

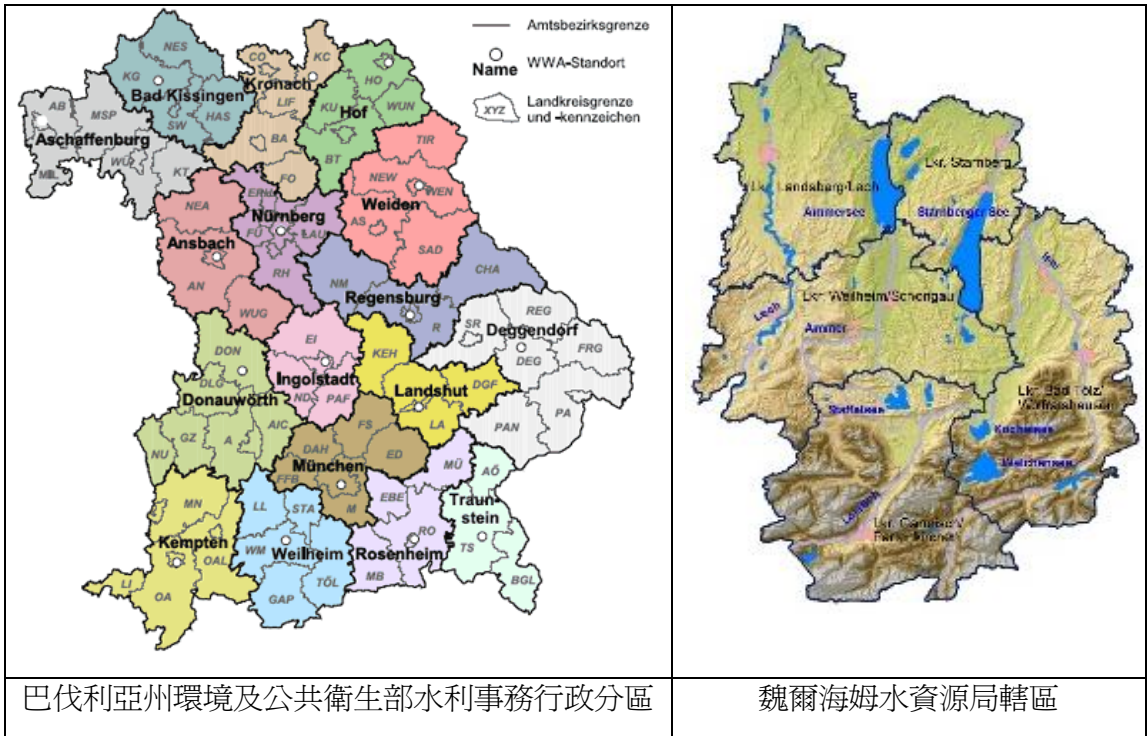


圖 14 魏爾海姆水資源局轄區圖

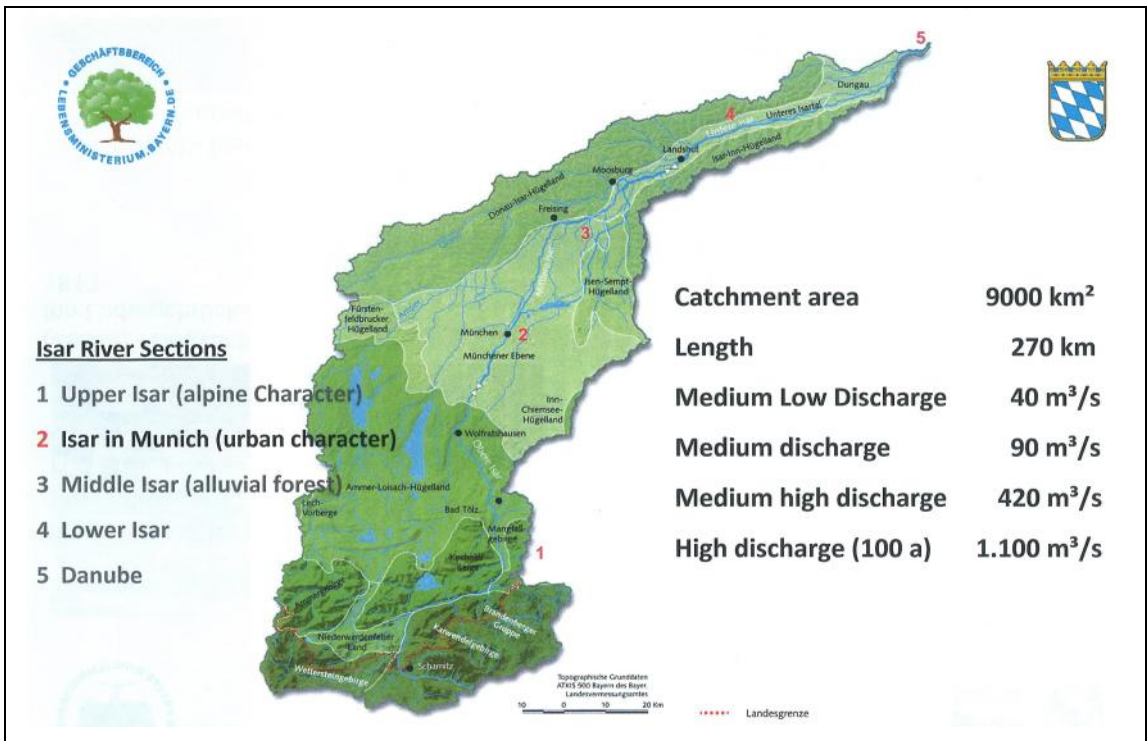


圖 15 伊薩河流域圖

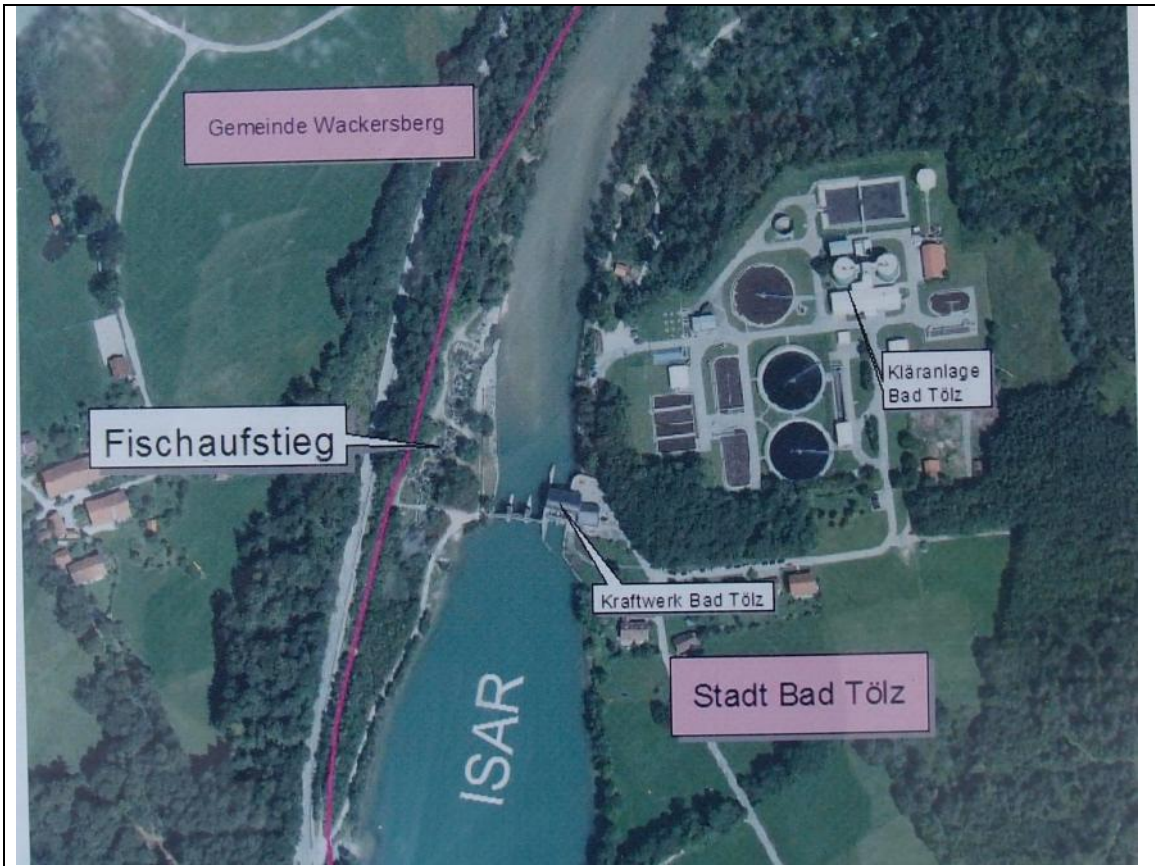


伊薩河上游地區礫石質河道，早期渠道化之人工防洪構造因洪水侵襲而損壞後，在沒有保護對象，防洪無虞之情況下，不予重建復建，使河道自然蜿蜒與拓寬，在流速減緩後，自然產生淺灘與砂洲，並形成自然的複合型河道斷面，增加棲地多樣性



上游河岸劃設之保護區，禁止進入，作為陸生動物之沿河棲地，以及供河道蜿蜒發展，凹岸受侵蝕而退縮亦不予施作工程之干擾，倒木或漂流木在不影響通供之下亦不予移除，可於急流處形成緩流河況，作為水生動物之棲息地。非保護區施設之親水小徑與設施，如受河岸退縮威脅，亦以維護自然河性為首要，不另施設保護措施，而另尋地點改道設置。

圖 16 伊薩河上游河川環境圖



伊薩河上游水利發電攔河堰、漁道位置及臨近污水處理廠相對位置

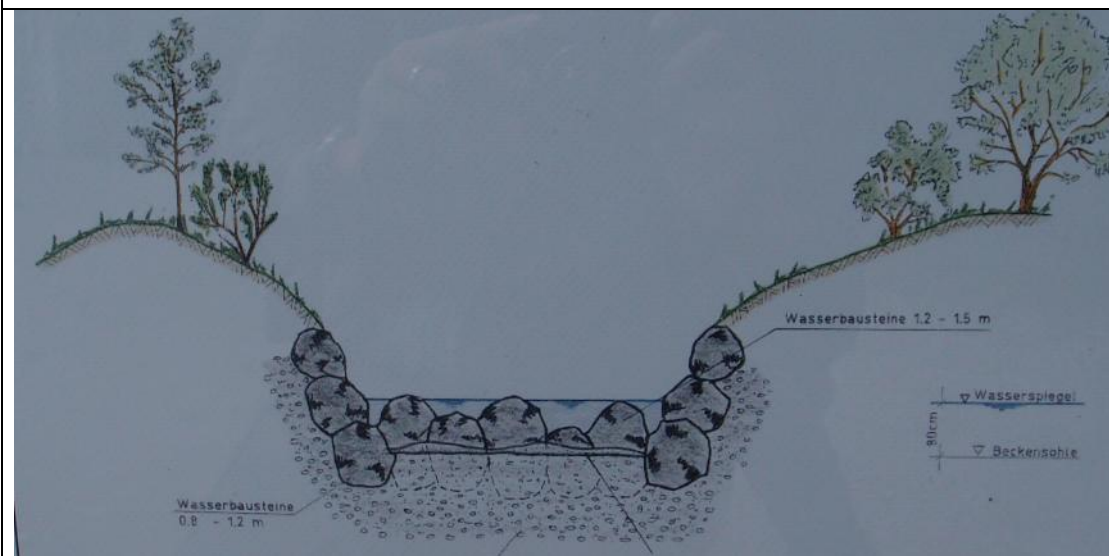


伊薩河上游水力發電攔河堰

圖 17 伊薩河上游水利發電攔河堰、漁道位置及臨近污水處理廠位置圖



水力發電攔河堰左岸之魚道平面示意圖，非傳統的混凝土多階附屬於攔河堰之魚道，以大面積、緩坡、蜿蜒、多池潭方式，規劃接近自然河道之魚道，並於週邊有限度的綠美化，兼具休憩及生態教育功能



近自然魚道斷面示意圖，渠道斷面以塊石堆砌，模擬自然礫石質河床，於魚道中亦營造湍、緩、潭及瀨等多樣棲地流況，以求適合不同水生動物所需，二岸並適度植栽，提供適當遮蔽

圖 18 近自然魚道規劃示意圖

	<p>魚道上游生態池</p>
	<p>魚道上游出口段</p>
	<p>魚道中游段</p>
	<p>魚道下游出口段</p>
<p>註：參訪時，本魚道上游利用非魚類迴游上朔季節辦理疏濬，故暫無水流匯入</p>	

圖 19 魚道實況圖

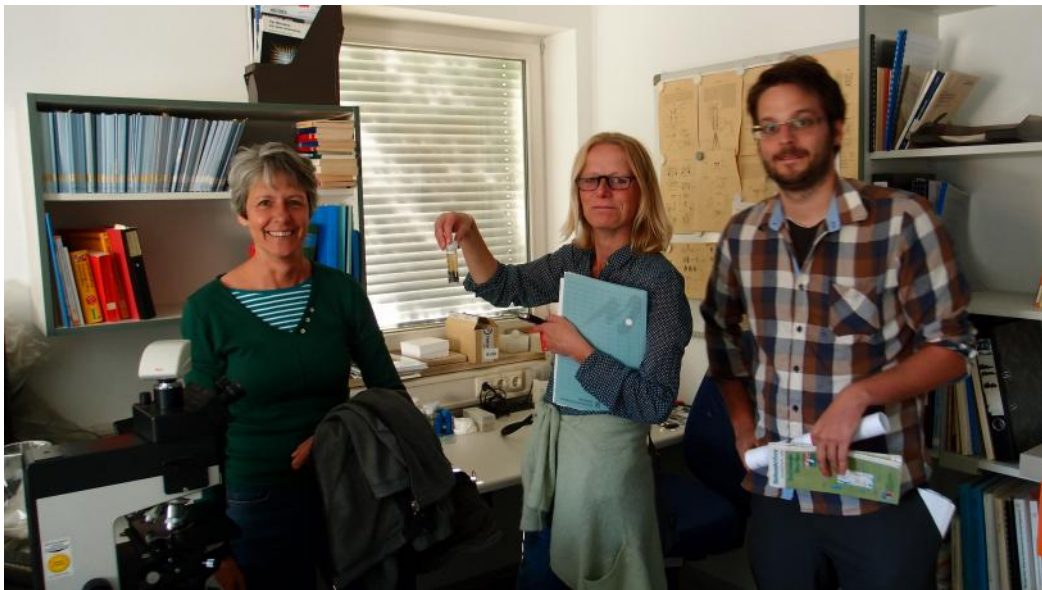
2.3.3.2 研習心得

伊薩河水質的提升，最重要的是自上游集水區至下游段均設有廢污水處理廠，不容許有未經處理之廢污水直接排入河道，並於一開始即以高標準的可供盥洗及戲水為水質淨化目標來汰換升級污水處理設施，才能有今天伊薩河優異的水質，也奠定了水生動植物優質棲地基礎。

類似魏爾海姆水資源局的地區性水利局處，將生態、水質及防洪工程工作均納入，並同時聘有相關專業人才，並設置所需實驗室或器材，因此在河川治理及管理上，能兼顧各個面向，不致顧此失彼。

在無保護對象地區，仍以維護自然生態環境為首要，避免過度人為干預，並儘量劃定保護區，以有效強制執行生態保育之管制工作。

用地足夠時，魚道之設計仍應以近自然方式規劃、設計及施工，提供不同種類水生動物遷移所需環境，使人工營造之生態廊道，真正達成近似河川之生態連續性。



魏爾海姆水資源局部門主管 Dora Schulze 女士(左)等三人留影

2.3.4 德國聯邦水文研究所(Bundesanstalt für Gewässerkunde)

參訪

2.3.4.1 研習過程

1952年成立的德國聯邦水文研究所總部設立於科布林茲(Koblenz)，近似於公法人之水利科學研究機構，主要受政府委託辦理水文、水資源利用、水質和生態環境、水資源保護等領域的研究、評估及諮詢工作，為德國聯邦交通，建設與城市發展部(Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung)所轄管，主要之工作執行範圍為德國內陸約 7350 公里長的聯邦水道及運河，及 23000 平方公里的海岸地區(如圖 20 所示)，員工總數約 380 人。本次參訪人員包括該所單位 U4-動物生態學組的 Christian von Landwüst 先生及生態連續性分組的 Bernd Mockenaupt 先生，以及管理與公關組的 Martina Katharina Sauer 女士，並以簡報方式概述該所有關魚道研究成果，並赴現場參訪。

目前德國聯邦水道之淡水魚類約有 60 種，數百位漁民從事淡水漁業，及約一百萬名擁有執照之釣客。而在 800 公里長的河口及沿海航道，計有 200 多種魚類。河川中魚類的遷移方式，包括溯河產卵、降海洄游及於河道內遷移(如圖 21 所示)，故維持河道的連續性是河川生態保育非常重要的課題，但因德國聯邦水道多兼負有航運及水力發電功能，各種運河設施、發電設施、攔河堰、渠道化河岸及河道濬深等，均造成河道的連續性受阻斷，使遷移性物種數量大量下降，如圖 22 至圖 23 所示。

為了提升生態連續性，改善水域棲地狀況及動物數量的大量下降狀況，德國開始以恢復河道自然棲地環境、建設魚道維護生態連續性，以及人工孵育及野放等策略及生態措施，逐漸恢復及提升了魚類的種類及數量，並配合建設生態觀賞設施供生態教育之用，而調查技術上也持續朝更有效率且不傷害魚類之方式發展。在歐盟水框架(European Water Framework)下，需由航運部門負責魚道等河道連續性設施之建設與維護工作，使得二者得以結合並存。往後生態維護的目標，以持續解除魚類遷移阻礙、改善老舊功能不佳的魚道、增加向下游遷移之魚道，以及魚類在壩體附近、魚道中及河川系統中遷移運動之現地研究為主，詳如圖 24 至圖 26 所示。

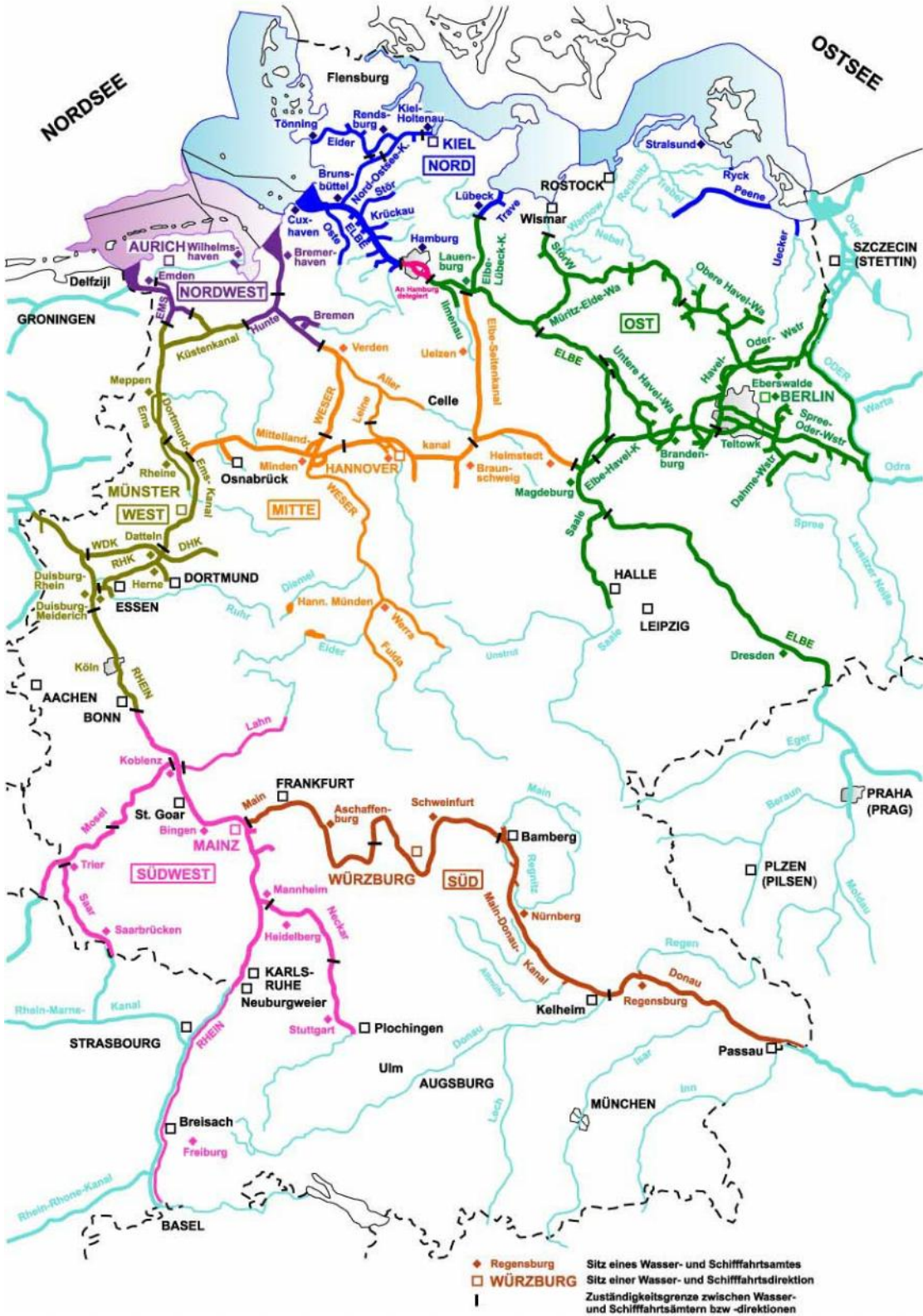
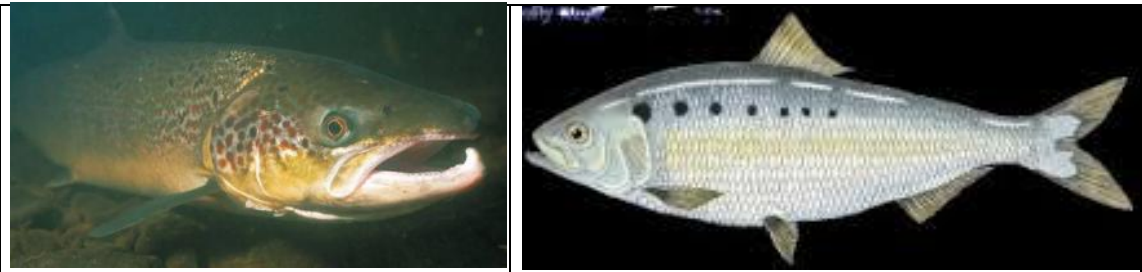


圖 20 德國聯邦水道及海岸地區



湖河產卵型魚類

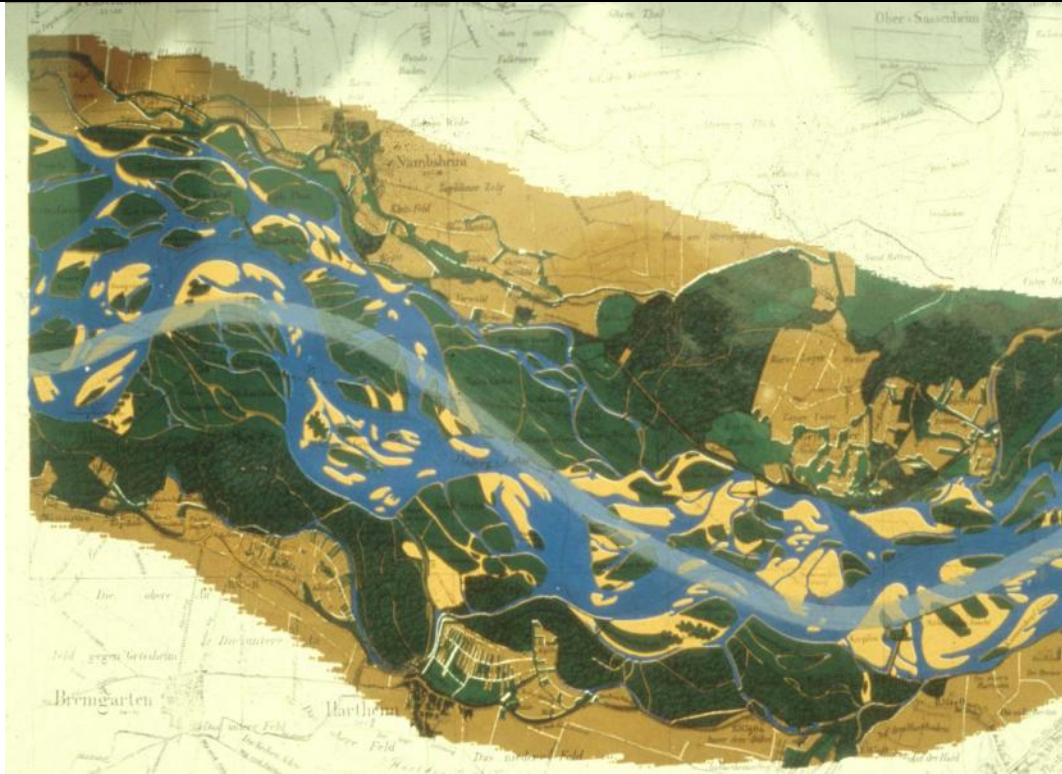


降海洄游型魚類

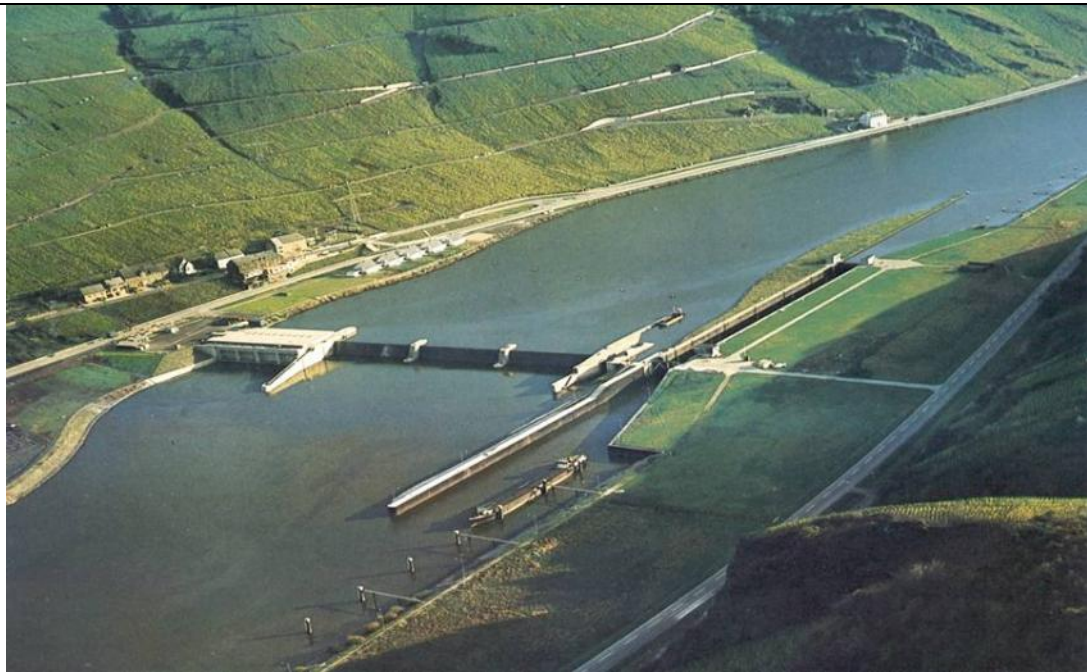


河川遷移型魚類

圖 21 德國聯邦水道魚類遷移類型

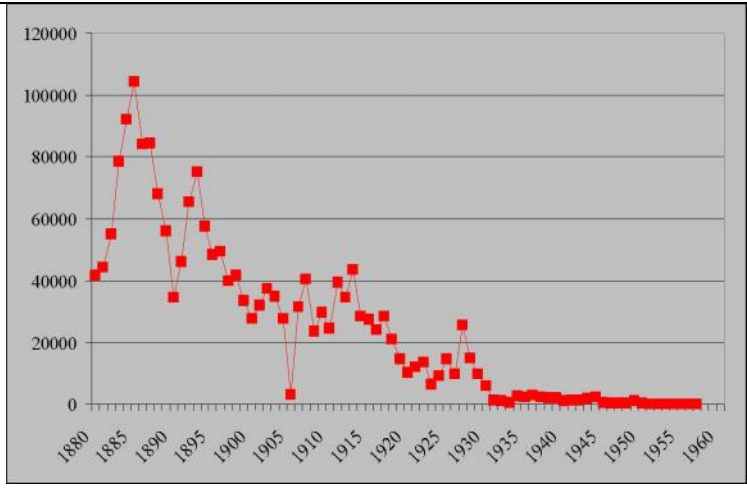


德國早期河道呈平原型辮狀，充滿急、緩、潭及瀨等各式棲地環境，後經人工渠道化後，河道受限窄縮如上圖之中央白色部份，棲地單調

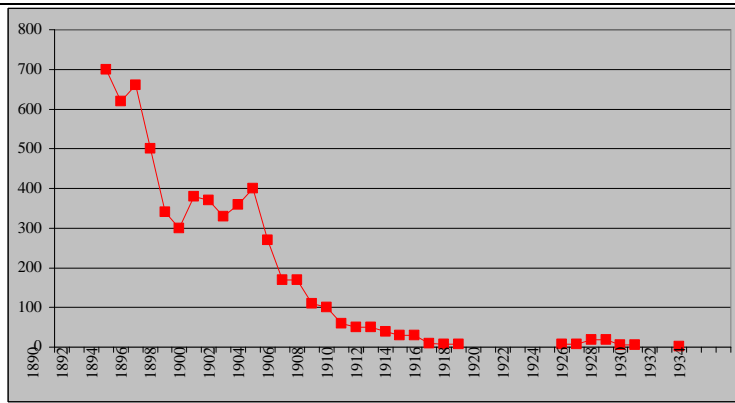


目前德國聯邦河道常見之攔河堰、水利發電設施及運河設施，影響河川連續性

圖 22 德國河道環境今昔比較圖



德國聯邦河道鮭魚類漁獲數量統計



德國聯邦河道鱒魚類漁獲數量統計



由德國聯邦河道之漁獲數量統計顯示，自 20 世紀初，河道中遷移型魚類之數量已大量下降，顯示其棲地及遷移受到當時起之各種運河設施、發電設施、攔河堰、渠道化河岸及河道濬深等因素嚴重影響

圖 23 魚獲歷史調查統計



攔河堰舊照，左岸為運河

攔河堰右岸舊有魚道，坡度過大，僅有上溯功能，無往下游遷移功能



魚道改善平面示意圖



魚道現況全貌，利用舊有魚道擴建，使坡度減緩，並增加往下游遷移功能出口

攔河堰現況，右側仍維持運河功能



魚道往下游遷移功能出口

利用舊有魚道擴建之魚道上溯入口

圖 24 兼具發電及運河功能之攔河堰老舊魚道改善工程



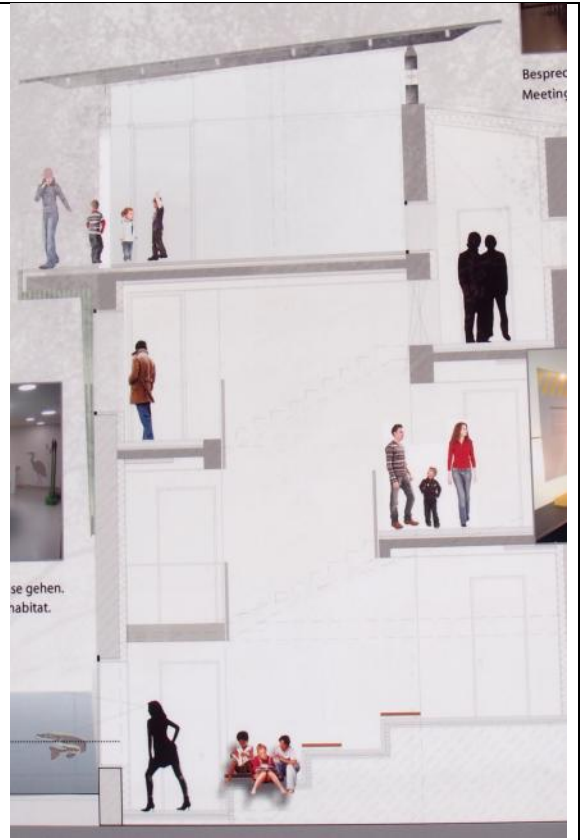
圖 25 魚類遷移研究調查技術改進



魚道觀察與教育中心外觀



魚道觀景窗自動水力清洗裝置



魚道觀察與教育中心樓層規劃示意圖



中心底層之魚道觀景窗



中心底層影像說明設備



魚道觀景窗幼魚觀察



中心志工與 Bernd M ockenhaupt 先生

圖 26 與魚道共構的魚道觀察與教育中心

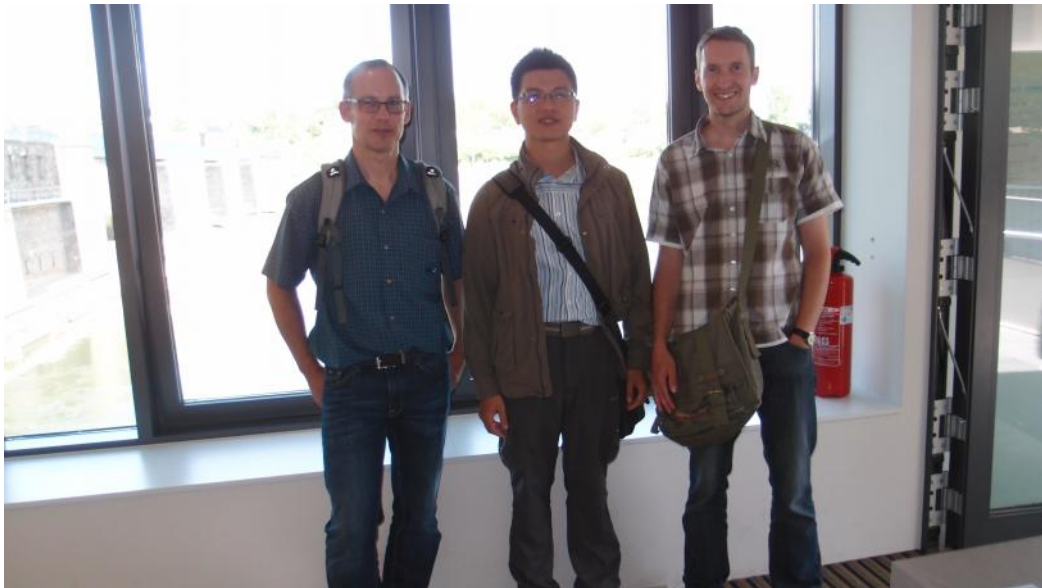
2.3.4.2 研習心得

在德國聯邦水道因航運及水力發電設施，而造成河道渠道化，河川連續性受到破壞，故亦由航運及水力發電部份負起改善河道環境，建設及維護魚道之經費與工作，相對於國內之情況，較為合理。

魚道興建後，仍需持續觀察其運作狀況，經由水生動物遷移監測調查來探討其功能性，並研擬改善措施，提升生態連續性功能。

魚類的調查監測技術，亦應與時俱進，以提升調查資料之質與量，並節省人力、經費及調查工作可能造成之魚類傷害。

河川生態環境教育設施，可技巧性的與魚道設施結合，以實際觀察及生動的資料、影像介紹，更容易吸引民眾注意，提高環境教育成果。



與德國聯邦水文研究所Christian von Landwüst先生(左)及生Bemd M ockenhaupt先生(右)

於魚道觀察與教育中心入口合影

2.3.5 慕尼黑水資源局 (Wasserwirtschaftsamt München) 參訪

2.3.5.1 研習過程

慕尼黑水資源局與魏爾海姆水資源局同樣隸屬於巴伐利亞州環境及公共衛生部(Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit)，局本部位於慕尼黑市區，負責巴伐利亞州南部慕尼黑市區、慕尼黑區、Fürstenfeldbruck、Dachau、Freising 及 Erding 等五個地區(如圖 27 所示)的防洪，天然水域和濕地的保護、維護和發展，以及飲用水供應等水資源運用工作。本次參訪會同魏爾海姆水資源局儲備幹部 Mark 先生，訪問由該局 Nivedita Mahida 女士，由其簡報慕尼黑伊薩河中游及市區生態復育與生態計畫-伊薩河計畫(Der Isar-Plan)，並赴現場勘查參訪。

伊薩河因早期之防洪及水利發電需求，造成河道渠道化，使生態棲地受到嚴重破壞(如圖 28 所示)，自 80 年代中期起，政府及民眾開始反思，並逐漸凝聚共識，進而提出伊薩河計畫，以恢復近自然河川環境、改善防洪能力及自行淨化能力，並兼顧民眾休閒遊憩場所為目標，自 2000 年起於伊薩河於慕尼黑市區 8 公里長河段進行環境營造計畫，於 2011 年完工，總計花費 3500 萬歐元。主要策略包括在不影響植生之情況下加高堤防護岸保護程度、拓寬河道營造近自然河川環境、設置近自然魚道、規劃河中島生態保護區，並委外辦理防洪及河道沖淤演變之水工模型試驗，期間並辦理多次說明會等公眾參與活動，以蒐集彙整民眾與公民團體之意見納入計畫中，改變以往政府獨自執行計畫之情況，詳如圖 29 至圖 34 所示。

伊薩河計畫費時 11 年完成，將原來人工渠道化都市型河段，營造為近自然、多元棲地、生態連續的河川，並能兼顧生態保護與人類親水遊憩需求，於慕尼黑這樣的大都會能有這樣成功的結果，著實不易，故也成為歐洲河川環境復育、生態治河之典範。

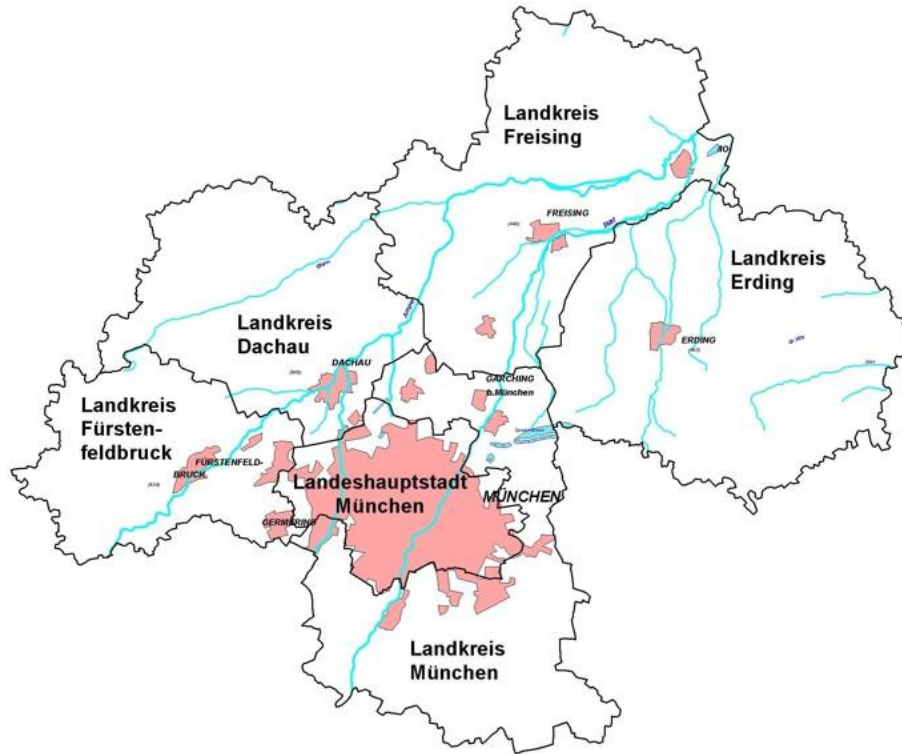
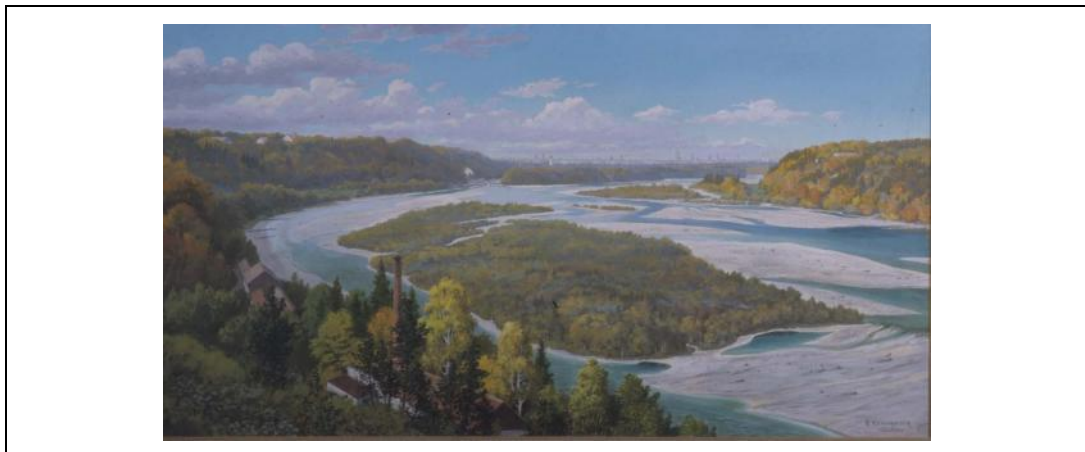


圖 27 慕尼黑水資源局轄區圖



1905 年伊薩河於慕尼黑地區藝術家繪製之風景圖

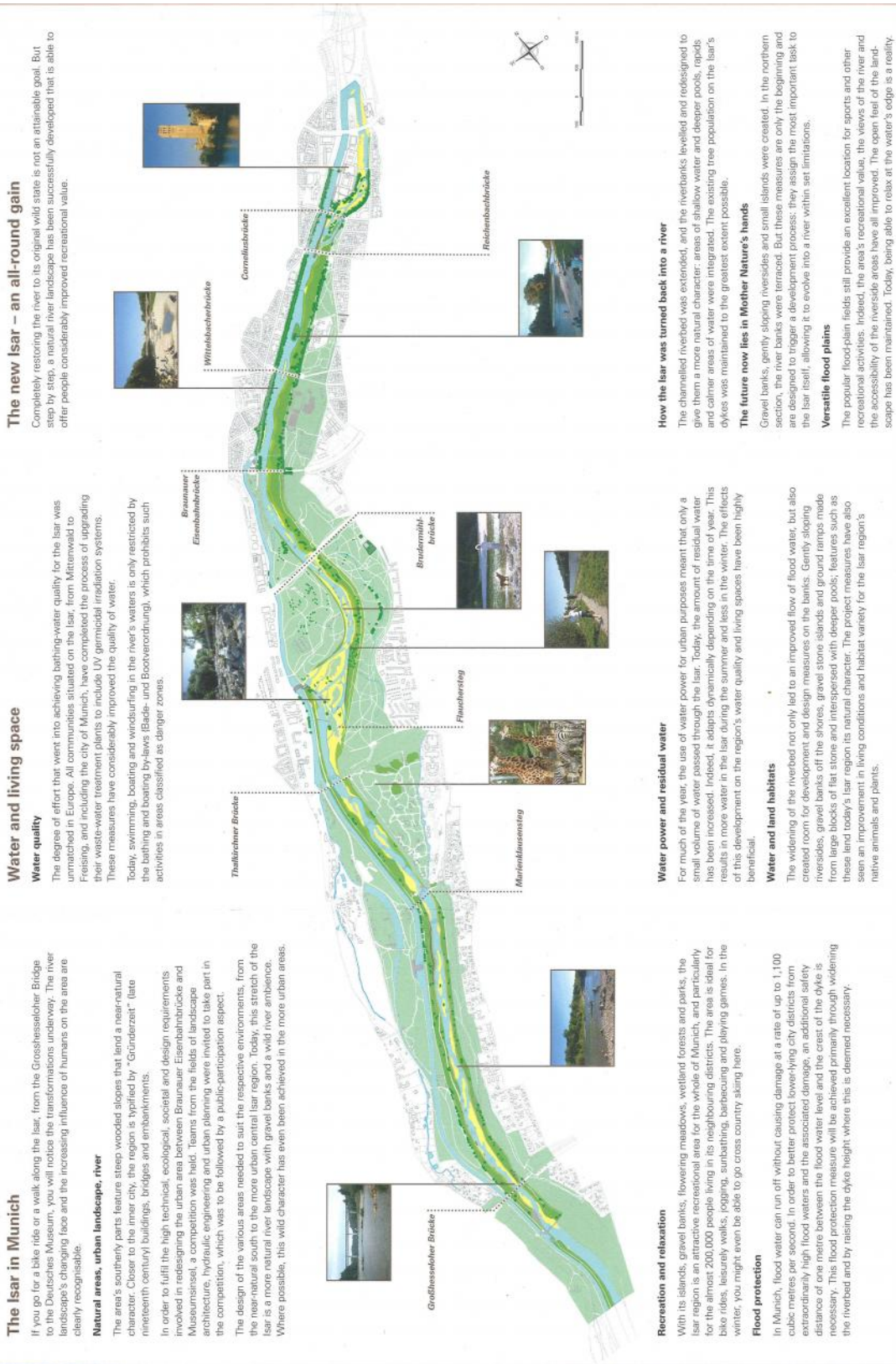


1930 年伊薩河於慕尼黑地區實景



2001 年伊薩河於慕尼黑地區實景

圖 28 伊薩河於慕尼黑地區圖像歷史紀錄



The Isar in Munich

If you go for a bike ride or a walk along the Isar, from the Grosshesseloher Brücke to the Deutsches Museum, you will notice the transformations underway. The river landscape's changing face and the increasing influence of humans on the area are clearly recognisable.

Natural areas, urban landscape, river

The area's southerly parts feature steep wooded slopes that lend a near-natural character. Closer to the inner city, the region is typified by "Gründerzeit" (late nineteenth century) buildings, bridges and embankments.

In order to fulfil the high technical, ecological, societal and design requirements involved in redesigning the urban area between Braunauer Eisenbahnbrücke and Museumsinsel, a competition was held. Teams from the fields of landscape architecture, hydraulic engineering and urban planning were invited to take part in the competition, which was to be followed by a public participation aspect.

The design of the various areas needed to suit the respective environments, from the near-natural south to the more urban central Isar region. Today, this stretch of the Isar is a more natural river landscape with gravel banks and a wild river entrance. Where possible, this wild character has even been achieved in the more urban areas.

Water and living space

Water quality

The degree of effort that went into achieving bathing-water quality for the Isar was unmatched in Europe. All communities situated on the Isar, from Mittenwald to Freising, and including the city of Munich, have completed the process of upgrading their waste-water treatment plants to include UV germicidal irradiation systems. These measures have considerably improved the quality of water.

Today, swimming, boating and windsurfing in the river's waters is only restricted by the bathing and boating by-laws (Bade- und Bootverordnung), which prohibits such activities in areas classified as danger zones.

The new Isar – an all-round gain

Completely restoring the river to its original wild state is not an attainable goal. But step by step, a natural river landscape has been successfully developed that is able to offer people considerably improved recreational value.

Recreation and relaxation

With its islands, gravel banks, flowering meadows, wetland forests and parks, the Isar region is an attractive recreational area for the whole of Munich, and particularly for the almost 200,000 people living in its neighbouring districts. The area is ideal for bike rides, leisurely walks, jogging, sunbathing, barbecuing and playing games. In the winter, you might even be able to go cross country skiing here.

Flood protection

In Munich, flood water can run off without causing damage at a rate of up to 1,100 cubic metres per second. In order to better protect low-lying city districts from extraordinarily high flood waters and the associated damage, an additional safety distance of one metre between the flood water level and the crest of the dike is necessary. This flood protection measure will be achieved primarily through widening the riverbed and by raising the dike height, where this is deemed necessary.

Water power and residual water

For much of the year, the use of water power for urban purposes meant that only a small volume of water passed through the Isar. Today, the amount of residual water has been increased. Indeed, it adapts dynamically depending on the time of year. This results in more water in the Isar during the summer and less in the winter. The effects of this development on the region's water quality and living spaces have been highly beneficial.

Water and land habitats

The widening of the riverbed not only led to an improved flow of flood water, but also created room for development and design measures on the banks. Gently sloping riversides, gravel banks off the shores, gravel stone islands and ground ramps made from large blocks of flat stone and interspersed with deeper pools, features such as these lend today's Isar region its natural character. The project measures have also seen an improvement in living conditions and habitat variety for the Isar region's native animals and plants.

How the Isar was turned back into a river

The channelled riverbed was extended, and the riverbanks levelled and redesigned to give them a more natural character: areas of shallow water and deeper pools, rapids and calmer areas of water were integrated. The existing tree population on the Isar's dykes was maintained to the greatest extent possible.

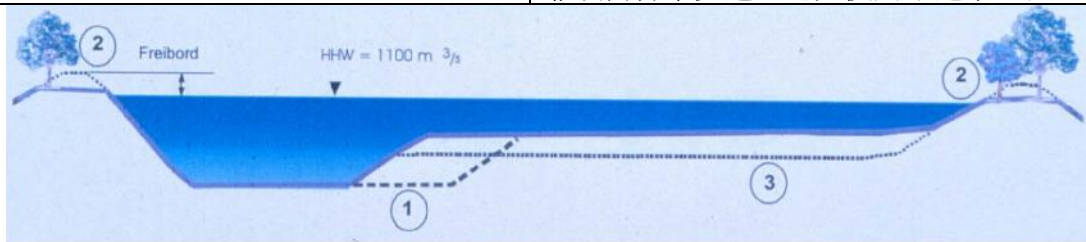
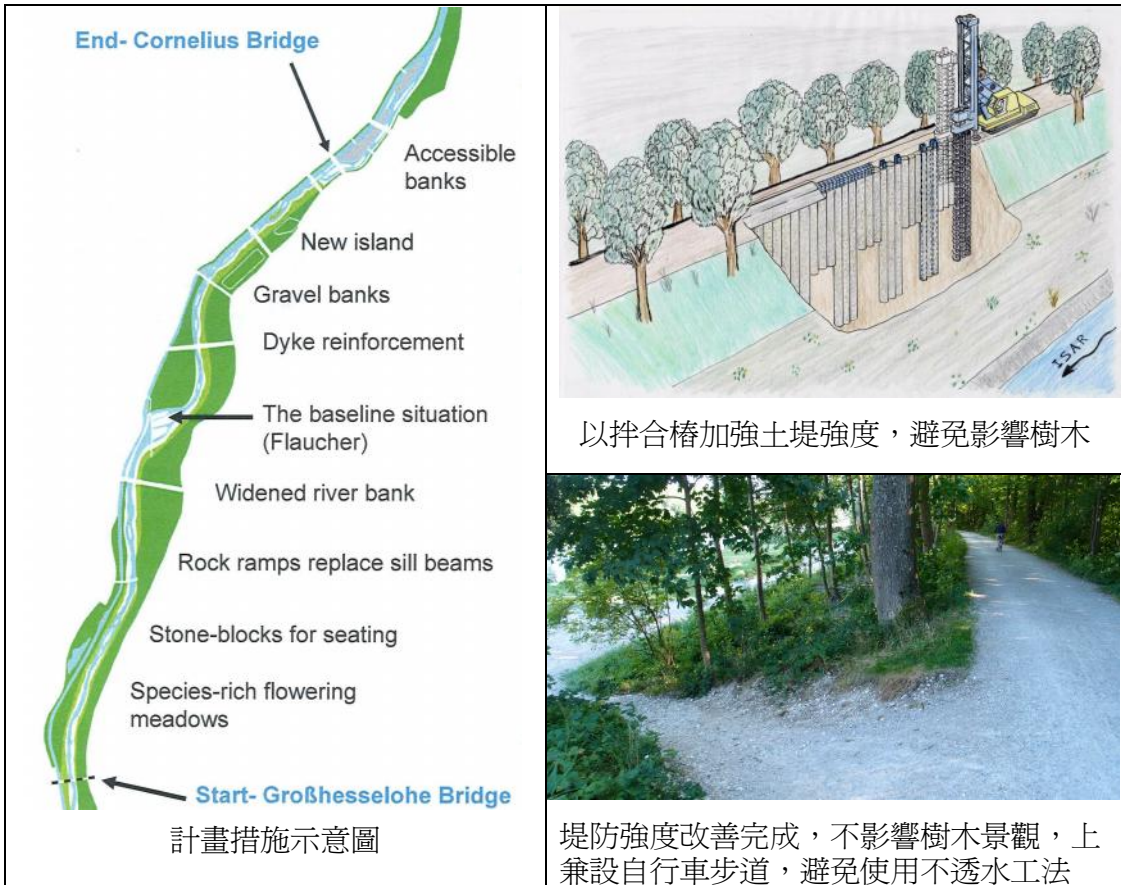
The future now lies in Mother Nature's hands

Gravel banks, gently sloping riversides and small islands were created. In the northern section, the river banks were terraced. But these measures are only the beginning and are designed to trigger a development process; they assign the most important task to the Isar itself, allowing it to evolve into a river within set limitations.

Versatile flood plains

The popular flood-plain fields still provide an excellent location for sports and other recreational activities. Indeed, the area's recreational value, the views of the river and the accessibility of the riverside areas have all improved. The open feel of the landscape has been maintained. Today, being able to relax at the water's edge is a reality.

圖 29 伊薩河計畫範圍圖



河道改善措施示意圖：

1. 將渠道化束縮之河道拓寬 50 至 90 公尺
2. 增加堤防出水高，確保防洪無虞
3. 河道整理疏浚，適當墊高堤前灘地
4. 打除非必要之低水護岸，河濱近自然化營造



委託慕尼黑科技大學進行防洪及河道沖淤演變水工模型試驗，研討可行改善方案

圖 30 伊薩河計畫措施概述-1

	<p>河道改善前，為人工渠道化之順直河道，河相單調，棲地單一</p>
	<p>河道改善中，移除水泥化之低水護岸，營造緩流、曲流河道，以及河中島</p>
	<p>河道改善後，河川環境更接近自然狀況，流況多元，營造複合型棲地環境，河中島劃為生態保護區，與親水遊憩區有效隔離</p>

圖 31 伊薩河計畫措施概述-2

	
<p>改善前，水濱之水泥化低水護岸</p>	<p>改善後，呈現近自然之礫石水濱</p>
	<p>改善前，河道中之水泥化固床工影響生態連續性及棲地多樣性</p>
	<p>改善中，打除河道中之水泥化固床工，改以人為排置塊石取代</p>
	<p>改善後，河道中無橫貫河道之水泥構造，生態連續性、棲地多樣性及河川景觀大幅改善</p>

圖 32 伊薩河計畫措施概述-3

<p>跨越固床工之魚道</p>	<p>接近自然河道之魚道</p>
<p>兼具休憩功能之拋石固床工</p>	<p>營造多樣化之植生陸域、水域環境</p>
<p>計畫過程中之公民參與活動-說明會</p>	<p>專業設計人員設計之生態教育立牌</p>
<p>民眾親水遊憩情形</p>	<p>民眾河川週邊遊憩情形</p>

圖 33 伊薩河計畫措施概述-4

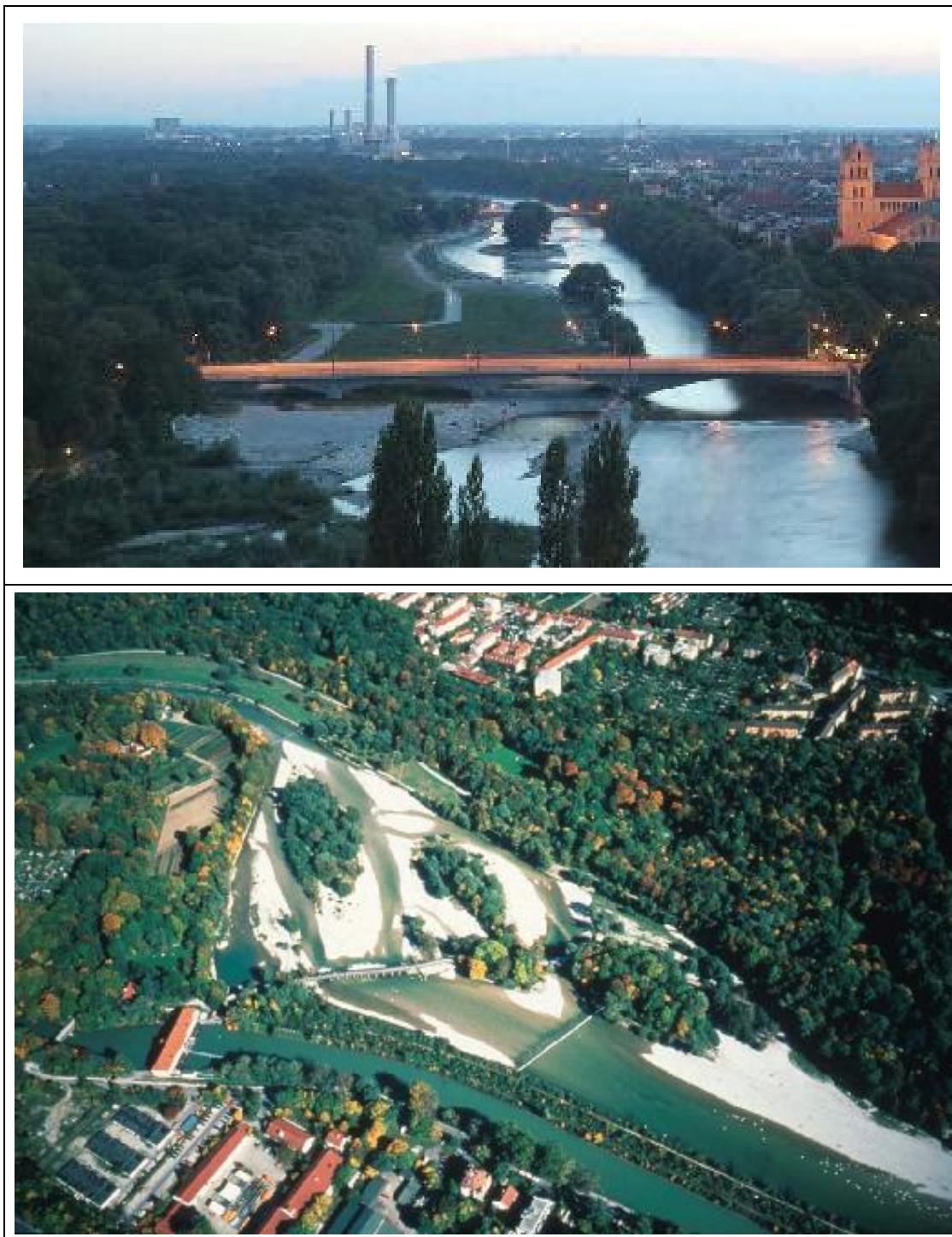


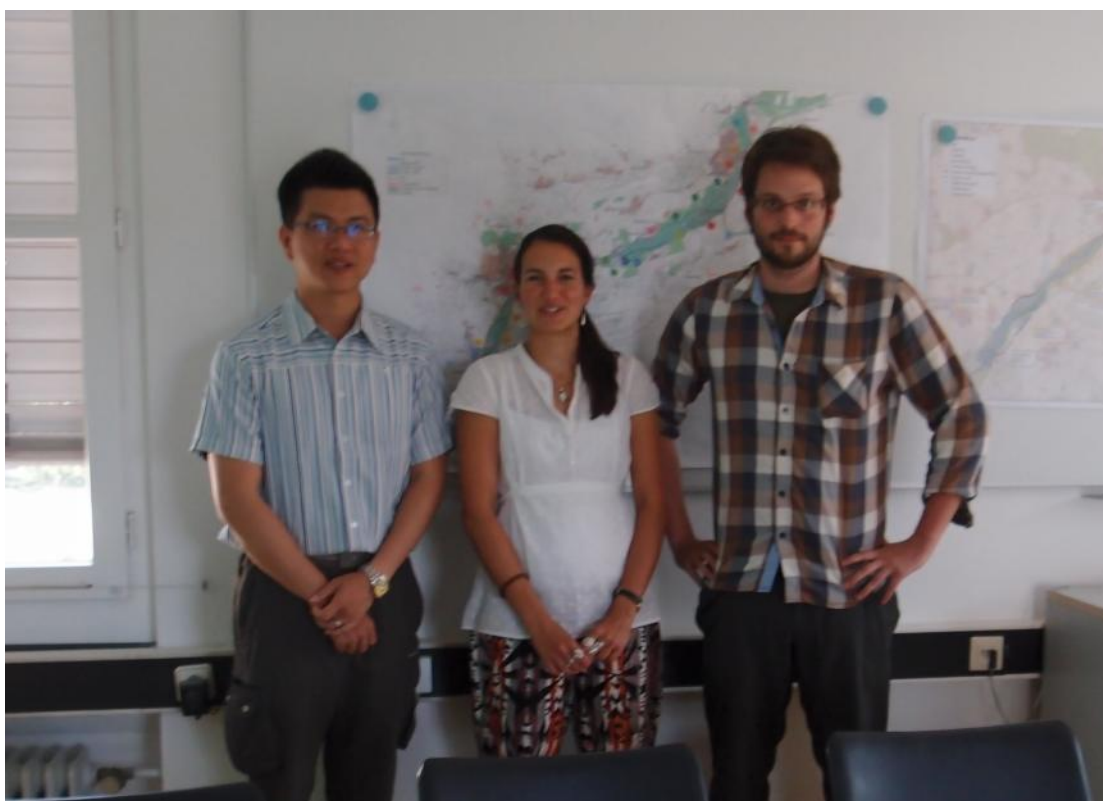
圖 34 伊薩河計畫完成後之優美景觀

2.3.5.2 研習心得

都會地區的河川環境營造與生態治河工作，受限於土地取得、防洪需求、既有水利設施、民眾休憩需求，執行上較非都會地區更為困難，如能有效結合民意，執行過程中促進民眾參與，可有助於計畫之研擬、推動及執行。

水域棲地營造中水質之要求甚高，民眾親水亦有需求，因此伊薩河計畫能成功，在於自上游起即廣設廢污水處理廠，並以可供戲水盥洗為目標，改善汰換廢污水處理設備，有效提升河川水質。而伊薩河之流量穩定，且早期即預留足夠河幅供河道拓寬改善之空間，亦為計畫研擬推動之成功因素。

各項水利施(如堤防、固床工)，在維持其有功能下，均有朝生態環境營造目標改善之可能性。



與慕尼黑水資源局 Nivedita Mahida 女士(中)
及魏爾海姆水資源局儲備幹部 Mark 先生(右)合影

3 建議

歐洲平原型河川之流量大多穩定，故其各種水利治理及經營管理工作，能長年持續的推行，但仍有防洪上之需求。臺灣之河川大多短急，但在部份平原小型河川、排水，或經水利設施調節後，流量相對於自然狀況較為穩定者，仍有參考歐洲平原型河川進行生態治河及環境營造工作之可能性，故仍應持續辦理相關研究與計畫，逐步試辦改進，發展適合本土河川自然及社會環境之生態治河技術。

德國政府之水利機關、法人團體或民間組織，均將防洪、水資源經營管理、廢污水處理、生態調查及保育，以及環境營造工作納入，並編列對應之部門與招聘相關人才，可有效的統合及執行生態治河工作，兼顧各個面向而不致顧此失彼，和臺灣之政府機關分工方式有異，故值得未來政府組織改造之參考。

水質改善為生態治河之重要工作，德國設定高標準之水質目標，並自上遊集水區起即廣設廢污水處理設施，提升廢污水處理之質與量，避免未經處理之廢污水排放入河川，值得我國借鏡，縱使受限於經費，仍應持續努力推動。

民眾對環境復育、水質改善及親水遊憩之意識與需求，可為推動生態治河工作之助力，故透過長期的溝通討論等民眾參與，除能有效導正工作方向外，亦能減少政府人力及資源支出。

生態治河工作，需改變以往過度人為介入的作法，應以環境為首要考量，保留空間供自然復育，而親水、教育或環境營造設施應有限度的適度施作，過多的人為設施仍不利於自然發展及棲地復育。在無保護對象或土地取得容許之條件下，儘量保留土地與空間供河道演變及有限度之氾濫，可能較施設防洪構造物更為經濟，且有利於環境保育及生態復育。

用地足夠時，魚道之設計仍應以近自然方式規劃、設計及施工，提供不同種類水生動物遷移所需環境，使人工營造之生態廊道，真正達成近似河川之生態連續性。而其所需經費、建設及維護，應由影響生態連續性之單位負責。且魚道興建後，仍需持續觀察其運作狀況，同時提升調查監測技術，以改善調查資料之質與量，經由水生動物遷移監測調查來探討其功能性，並研擬改善措施，提升生態連續性功能。

