

五、柏林水公司污水處理場

自來水經使用後即成為污水（或廢水）。污水經重力方式連接至下水道的污水收集管，並通過泵站進入污水處理廠。柏林的下水道網路共 9,500 公里長，污水管網包括 4,270 公里污水下水道；3,250 公里地表水下水道和 1,900 公里的共同污水下水道。在人口稠密的柏林地區，6 個污水處理廠每日處理約 62 萬立方公尺的廢水。

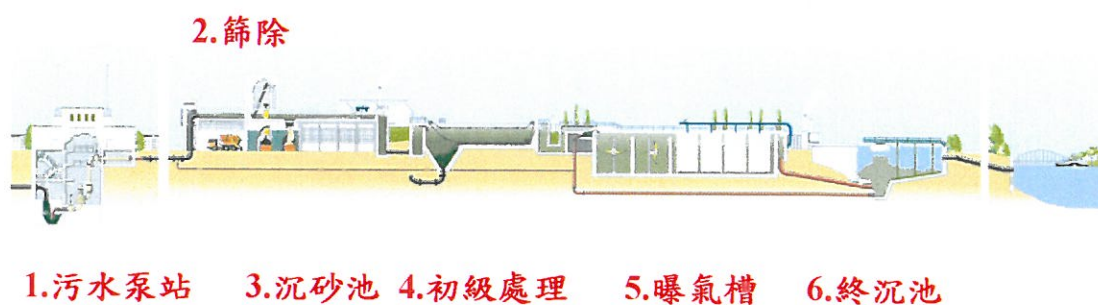


圖 19、污水處理流程圖

污水由污水泵抽送至污水處理場後，經過篩除→沉砂池→初級處理→曝氣槽→終沉池等污水處理程序，將上澄液放流入自然水體內。

本次參訪 RUHLEBEN 污水處理場，位於柏林西方。

RUHLEBEN 污水處理場開始營運於 1963 年，最初處理能力為每日 7.5 萬立方公尺的污水，至今已有每日 24.7 萬立方公尺的污水處理能力，最大容量為 60 萬立方公尺的雨水及污水處理。該污水處理場處理流程也是污水由污水泵抽送至污水處理場後，經由篩除→沉砂池→初級處理→曝氣槽→終沉池等污水處理程序，將上澄液放流入自然水體內。而處理流程所產生的污泥則採用活性污泥處理，並增加化學、生物磷消除及氮消除、砂洗設備、熱電混合處理、污泥脫水設備等，主要處理單元為活性污泥法，將污泥消化產生之生物氣體濃縮處理，以提供處理廠所需熱能及發電。而所產生的電依政府規定可以較高價格回賣給電力公司，德國政府對環保之重視，以政策誘因鼓勵廠商投資進行能源利用，值得我國政府學習。

SITE PLAN

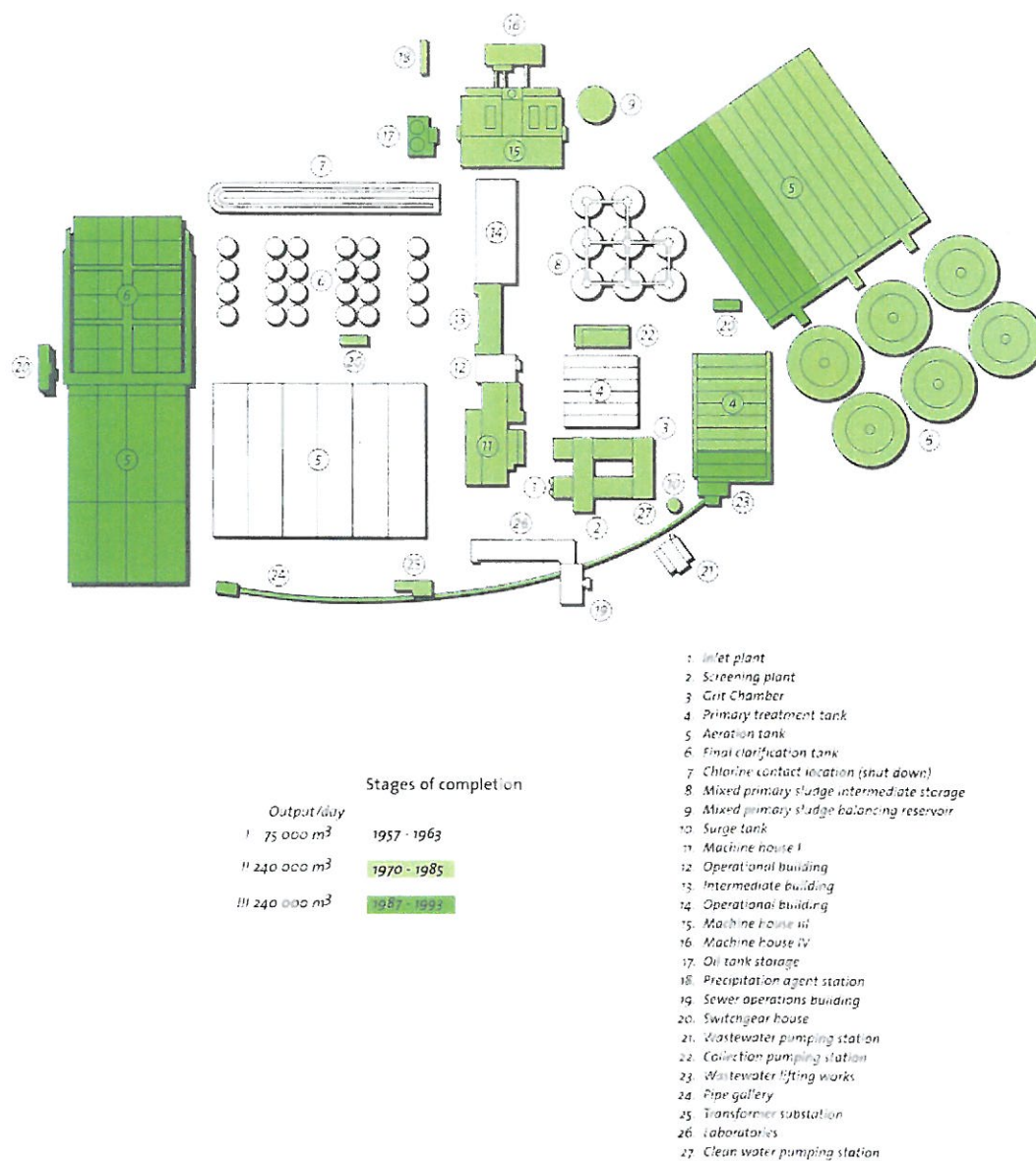


圖 20、RUHLEBEN 污水處理場平面圖

WASTEWATER TREATMENT

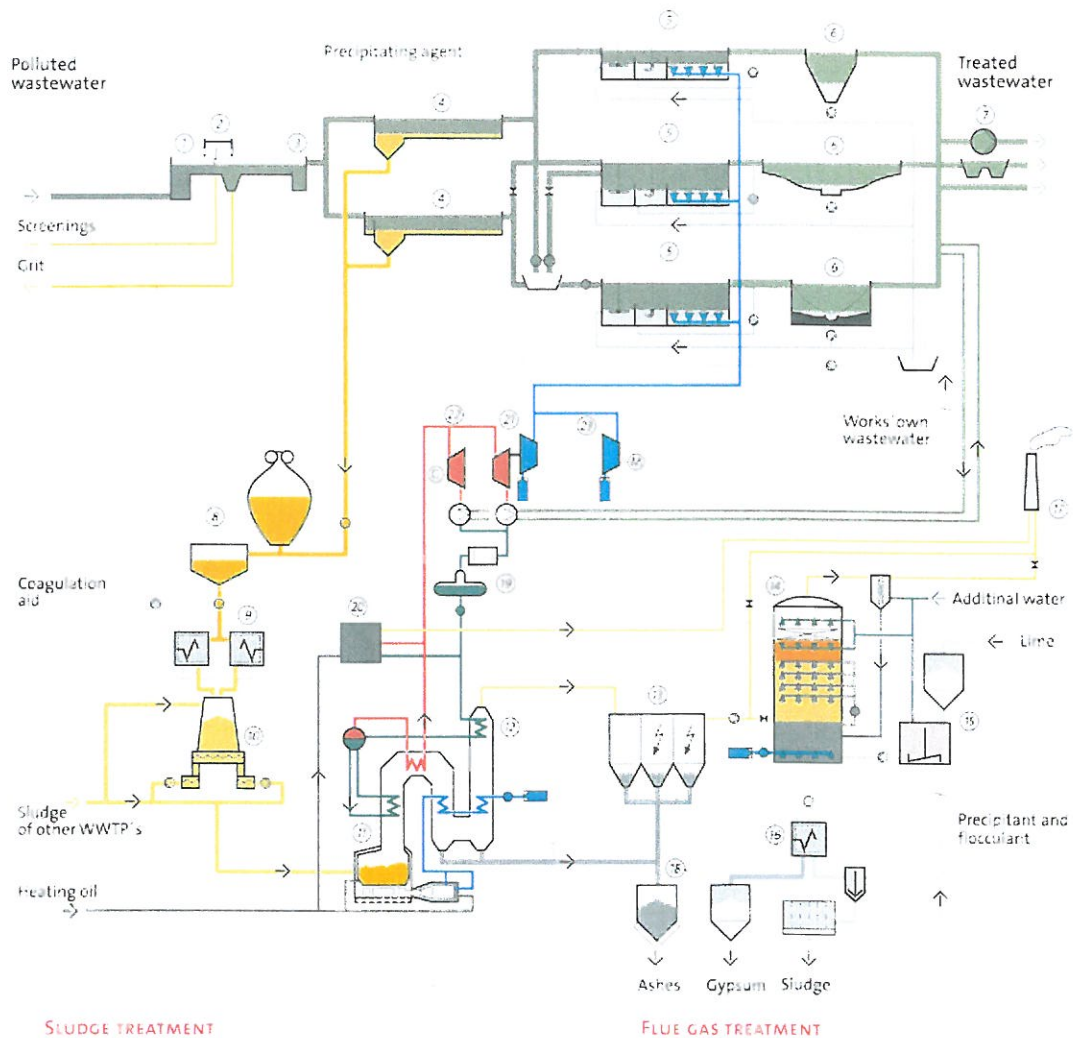


圖 21、RUHLBEN 污水處理場操作流程圖

污泥處理廠所處理的污泥來源少部份為地表水處理廠的鐵-錳污泥及污水處理廠的污泥。污泥處理包含以下過程：

1. 用離心機將初污泥脫水：初污泥固體含量為 1 至 3.5 %，加入化學調理劑或絮凝劑後，進入離心機脫水乾燥，污泥固體含量可達約 24 至 30 %
2. 流體化床焚化爐燃燒污泥：共有 3 個流體化床焚化爐，每個最大燃燒容量為 13 MW 或 47 GJ/h。最大每小時可焚化 3.7 噸的乾污泥，相當於每小時 15 噸固含量 25 %的污泥餅。燃油的

加入使焚化溫度達到 850°C。

3. 焚化鍋爐的熱回收：焚化爐燃燒產生的煙氣溫度達 850 至 870 °C。而焚化鍋爐內使用熱交換器將熱轉換蒸氣，推動渦輪發電機組產生電力，並提供空氣預熱器預熱燃燒空氣及燃油。
4. 電力過濾器及濕式洗滌廠處理煙氣所產生的石膏可重複再利用：煙氣中二氧化硫平均含量為 2,500 mg/m³，濕式煙氣洗滌廠使用石灰（含 93 %的 CaO）為吸收劑將硫含量降除為 3 至 5 mg/m³。

污水處理廠於規劃設計時即大量使用監測、控制、自動化系統，舒適的中央控制室整合全部訊息顯示於操控面板，不僅可長期隨時監控、數據紀錄、維護、排序工作等，並可在全天候運行下，減少人力運用。

六、柏林自來水博物館

自來水博物館座落於 Müggelsee 湖邊的 Friedrichshagen 水廠。該水廠於 1893 年開始運作，為柏林市的第三自來水廠。當時是最大且最現代化的水廠，建築型式是傳統的 Brandenburg 磚房型式。博物館內除部份文件及照片展示，還有模型及建構原型場景的展覽。可使參觀者了解有關柏林的供水及城市排水歷史與發展，並描繪出衛生條件不足的城市環境下，不斷發生的蟲害及流行病。二次世界大戰後重建的柏林分為東、西柏林，為了防止東柏林居民利用下水道逃離共產鐵幕，也有許多照片顯示當時防止逃離的設計，看來多頗具巧思，卻也增添了许多“民眾在政治迫害下的無奈”。

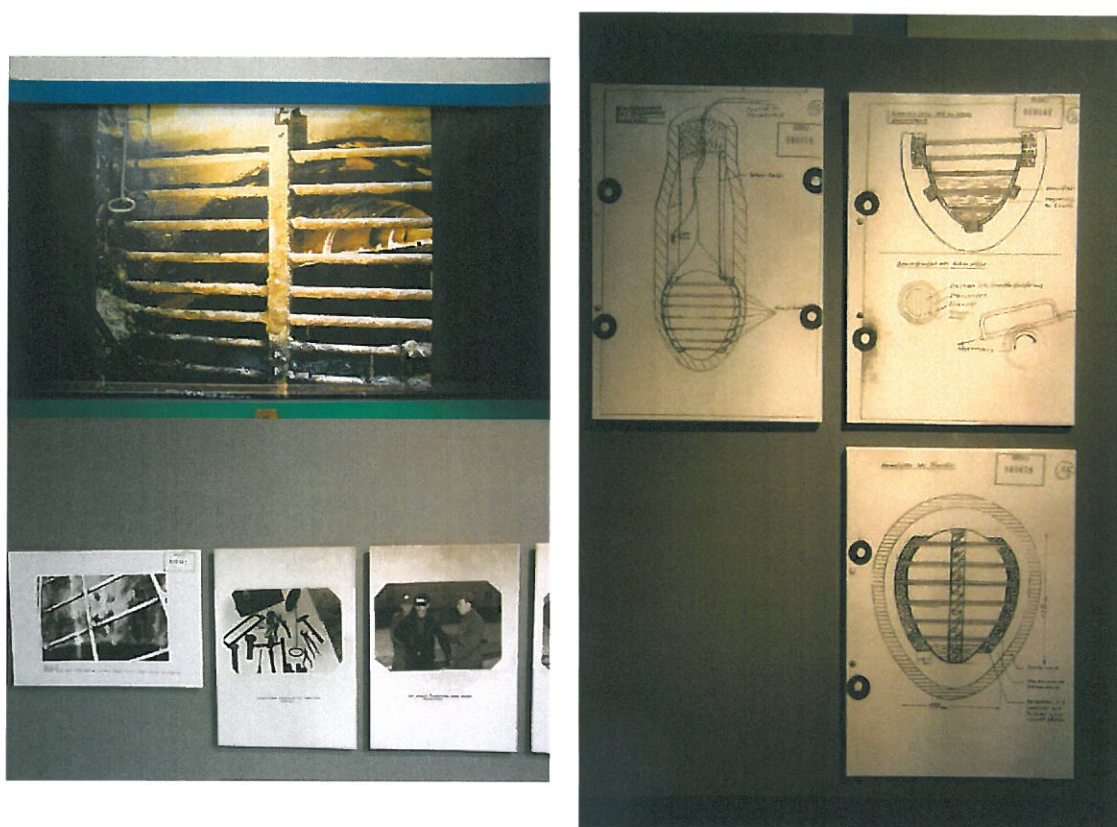


圖 22、東、西柏林分裂時為防止民眾利用下水道逃離鐵幕的設計

在機房大廳中仍保有三座 1893 年設置的蒸汽引擎活塞抽水機，雖然於 1979 年已停止操作運轉，但仍然由電動馬達驅動來展示當時運作的情形。

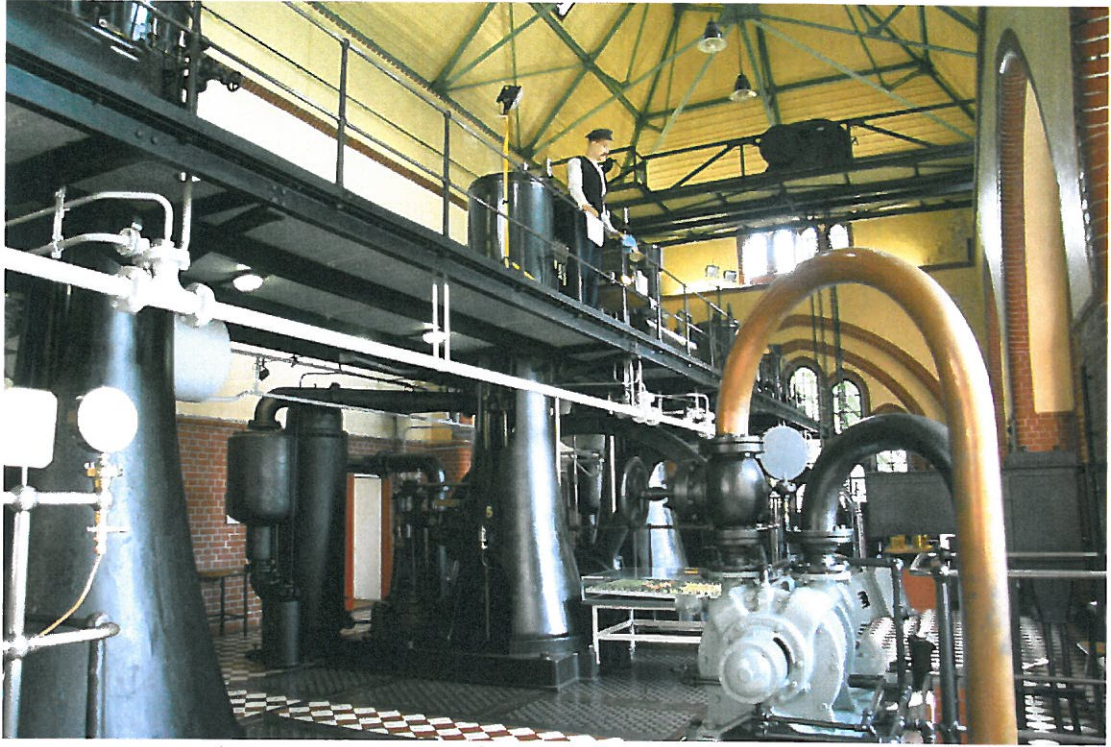


圖 23、1893 年設置的蒸汽引擎活塞抽水機

戶外老舊設備整理後的擺置結合庭園方式的開放展覽及舊有建築參觀，還可經由導覽進入慢濾池內部參觀。博物館除了常設展覽外，還定期舉行音樂會及特殊不斷變化的展覽。



圖 24、老舊設備整理後的擺置結合庭園方式的開放展覽



圖 25、維持良好的水廠建築



圖 26、慢濾池內部參觀

七、HACH LANGE 公司參訪

HACH LANGE 專研於各項水質分析儀器，並提供各種水質分析儀器及整合技術，依據客戶需求及條件分析切實可行的解決方案和最新技術。其應用領域除飲用水、污水、工業用水、食品飲料用水……等等相當廣泛。此次受邀參訪 HACH LANGE 位於杜塞爾多夫 (Düsseldorf) 的公司。由專業技師介紹各項分析儀器的原理、架構及最新技術的應用，甚至結合遠端遙控的技術，將各項檢驗儀器的結果訊號整合為一的界面操作平台。透過電腦最佳化分析連結各項操作單元，可將整廠的效能最佳化。本人現服務於自來水給水廠，淨水操作方面有相當多的控制單元，與會時也與儀器技師討論淨水單元操作與儀器配合之相關問題，尤其是儀器的精準度與控制單元操作範圍的結合，應避免訊號輸出的過於頻繁造成控制設備的磨耗。此討論的結果也提供儀器技師設計的方向。

HACH LANGE 公司的產品提供和專業知識的應用，可幫助客戶最大限度地提高工廠的效率，降低運營成本，滿足法規的報告要求。而分析儀器也朝向減少操作員分析操作步驟及提高檢驗精準度發展。如 DR 3900 光度計可自動識別測試是否有新的試管試驗用，或者如果現有的方法必須更新新的試管二維條碼。現在直接從試管包裝上使用 RFID 標籤，新的二維條碼還詳列了批號和有效期的試劑。如果到期日期已經過了，自動會發出警告。儀器的發展以減少操作步驟、降低人為操作誤差、條碼辨識、報告自動整合儲存及列印文件等。而電子化的儲存分析結果數據也可以隨時調閱檢驗報告，無需在一大疊報表資料中去查閱。

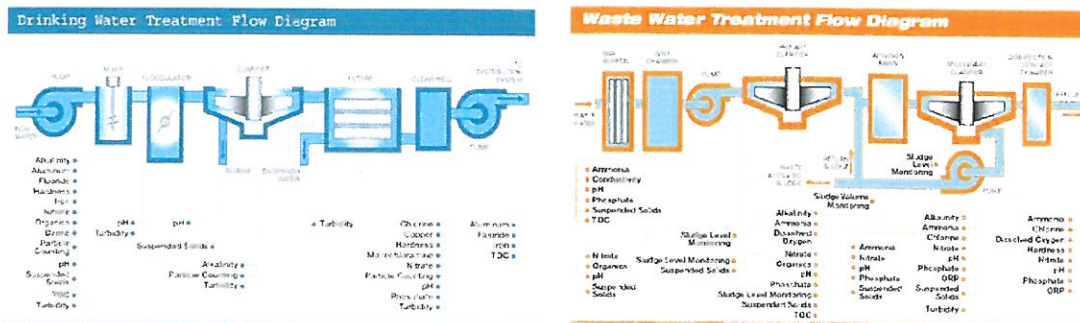


圖 27、淨、廢水處理流程所使用的監測儀器示意圖

八、Rheinhausen 污水處理廠

Rheinhausen 污水處理廠位於杜塞爾多夫(Düsseldorf)北方萊茵河畔的小城 Kamp-Lintfort，屬於 LINEG 公司，是 LINEG 公司所屬 9 個個污水處理廠中第二大廠，於 1959 年開始運作。最初由 47,000 居民污水處理規模，歷經擴建後現已達 22 萬居民污水處理規模。

Kläranlage Rheinhausen

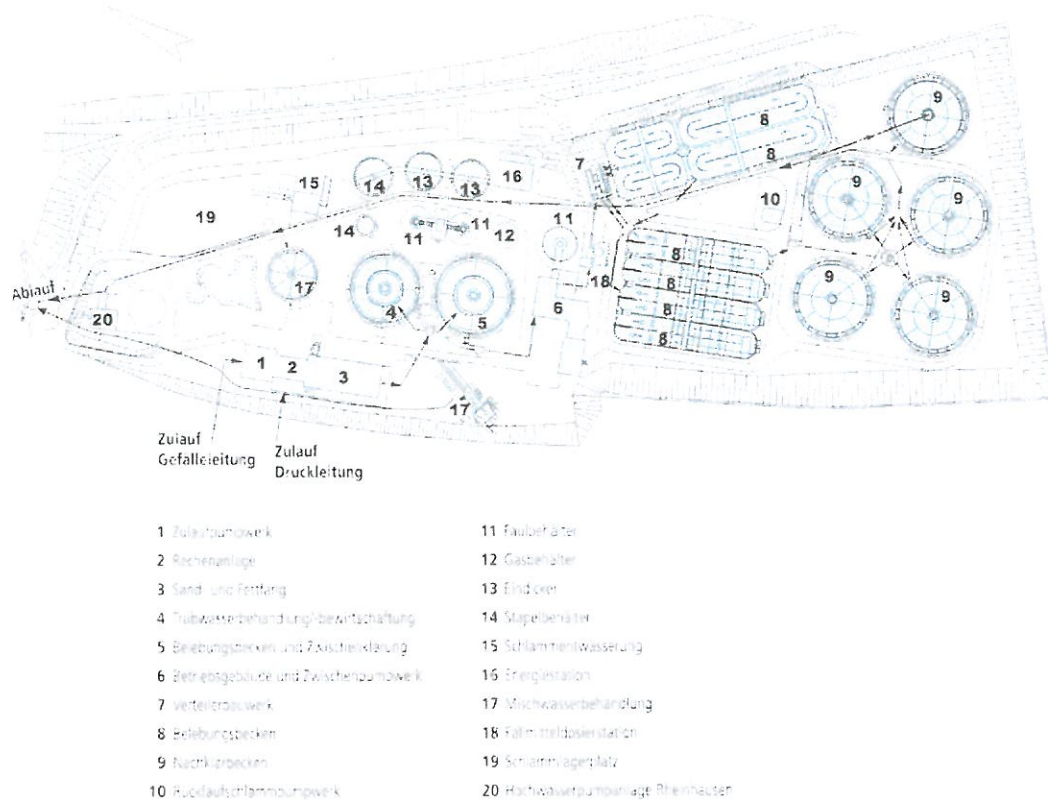


圖 28、Rheinhausen 污水處理廠平面圖

污水由污水泵抽送至處理場內，經由篩除→砂及隔油池→初級處理→曝氣槽（氧化渠）→終沉池等污水處理程序，將上澄液排入萊茵河。為確保萊茵河環境及生態保育，放流水也符合嚴格的排放標準。

該場的砂及隔油池進行除砂的機械相當古老，卻也好用。現場的資深技師說明該設備結構簡單，維修容易，雖老舊卻也值得信賴，因此一直保存使用至今。

處理流程所產生的污泥進入厭氧槽內，在 35 至 37℃ 的環境下連續消化。消化後污泥經脫水，再以熱處理來焚化污泥並提供污水處理廠所需熱能及發電。污泥消化過程中所產生的沼氣，也可經由四個熱

電廠的發電機耦合 (CHP) 的發動機，進行了一系列的沼氣轉化為電能。



圖 29、砂及隔油池的除砂機

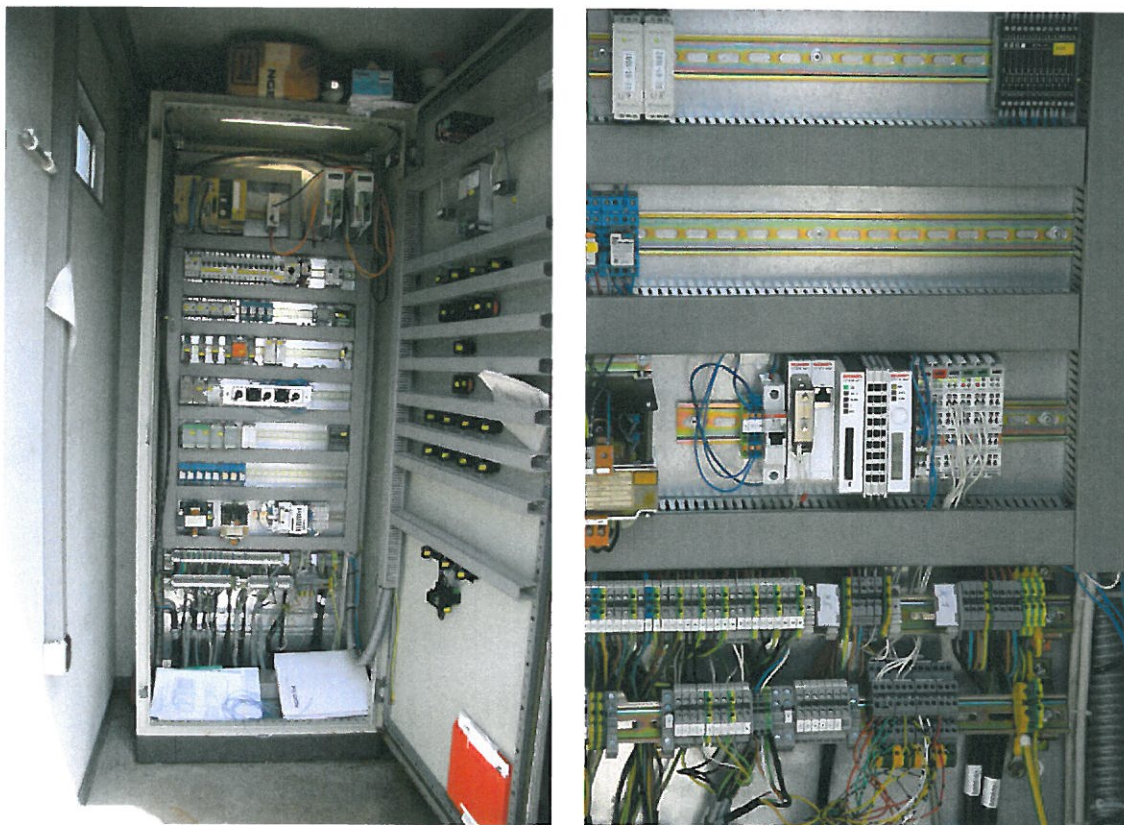


圖 30、監測儀器的訊號整合及處理系統機櫃內部控制模組

另外經由 HACH LANGE 公司整合監測儀器資訊，透過運算模式最佳化的操作，可使該污水處理廠隨時由電腦調整各項設備，達到最佳操作效能。

九、Düsseldorf-Nord 污水處理廠

Düsseldorf-Nord 污水處理廠位於杜塞爾多夫(Düsseldorf)北方萊茵河畔，於 1966 年開始運作。

污水由污水泵抽送至場內，經由篩除→沉砂池→初級處理→曝氣槽（氧化渠）→終沉池等污水處理程序，將上澄液排入萊茵河。

處理流程所產生的污泥進入厭氧槽內消化。消化後污泥經脫水，再以熱處理來焚化污泥並提供污水處理廠所需熱能及電力。

該廠也與 HACH LANGE 公司合作整合監測儀器資訊，達到最佳效能的操作。

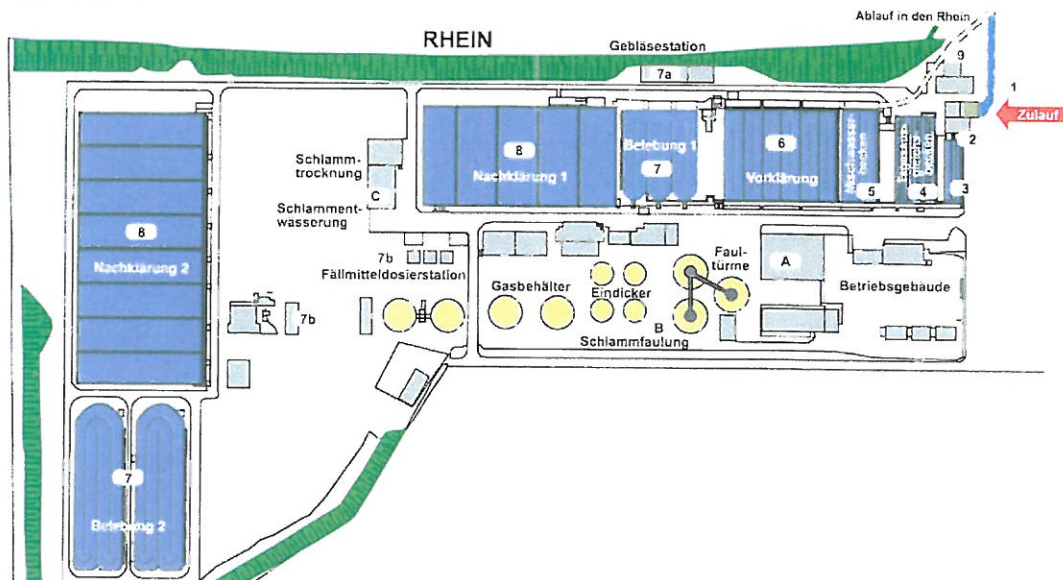


圖 31、Düsseldorf-Nord 污水處理廠平面圖

十、參訪 TZW 公司

TZW 公司成立於 1859 年 DVGW 作為德國氣體及水務工程技術科學協會。是為多方面檢驗的研究及實驗室。

TZW 公司合作經營聯合研究項目是水工程與水質檢驗。TZW 公司有大約 150 名員工，公司業務領域在所有的有關水化學，水技術，微生物學，現場管理，地下水和土壤，材料試驗，腐蝕和分配系統的相關問題。

此次參訪位於卡爾斯魯厄的檢驗室。利用先進的儀器分析各種飲用水、廢水、土壤、生物、環境.....等各種樣品。樣品檢驗流程皆依相關規範，並有完整紀錄可尋。本人曾於國家環境檢驗機構服務 5 年，對於檢驗流程也有相當程度了解，在參觀 TZW 的檢驗室後，頗有相當熟悉的感覺。部份檢驗儀器在樣品分析過程中會產生一定程度不悅的噪音。為了工作環境的友善，該公司會加裝吸音板降低噪音。檢驗工作單純但必需心思細膩且嚴謹，員工會將個人的辦公環境放置小盆栽、小飾品等，依據個人風格來佈置獨特的辦公空間，除了有家的感覺也頗具巧思。

TZW 除了樣品檢驗及分析研究外，更與當地大學合作，每年培訓檢驗人才投入檢驗分析領域，為各種處理流程、製程品質及環境監測作最嚴謹的把關。

十一、德國之行

此次參訪為個人行程，在交通方面皆乘坐大眾運輸，國鐵、地鐵、捷運、巴士及步行等。德國大眾運輸網非常發達，資訊也非常豐富，利用網路查詢當地地圖，再搭車前往參訪公司也相當方便。德國上班時間為上午九點至下午四點，而國內普遍的上班時間則為上午八點至下午五點半，每日多 2.5 小時的上班時間，工作效率卻也沒比較高。參訪的行程均在下午四點以前結束，由於緯度日照時間較長，直至晚上九時天色才暗，也可藉此機會體會德國當地的生活。

德國人很重視休閒活動，不管公、私營機構，每年皆有 6 個星期的“暑假”。參訪期間正逢德國暑假期間，各地皆有不同的活動正在舉行。在法蘭克福參訪期間適逢 2011 年世界杯女足賽在舉行(2011 FIFA Women's World Cup, 2011.6.26~7.17)。公務之餘，在美茵河畔(Main river)喝著當地啤酒，享受晚上八點的“日照”，與德國民眾一起親臨現場看著球賽忘情吶喊。雖然本人平時不太看足球賽，但現場的氣氛也使得任何人皆能融入比賽的熱情中。

在柏林的參訪期間，也拜訪駐德國代表處經濟組范組長德安及鍾秘書昇宏，感謝長官協助安排行程並討論參訪心得。由於柏林有很多博物館，也抽空參觀博物館及紀念館。館內的展覽不僅適合一般民眾，針對年齡層較低的小朋友也有專屬導覽。因此常常看見一家人帶兒童參觀各類型的博物館及紀念館。

在漢堡參訪期間正逢 2011 年漢堡鐵人三項比賽 (Hamburg Triathlon 2011, 7.16~7.17)。可以近距離觀看鐵人三項賽事，對喜愛運動人是難得的機會。而漢堡水公司贊助廠商之一。這場賽事也見識到漢堡水公司除供水任務外，並積極參與贊助大型活動，塑造良好企業形象。而民眾對於水公司的形象也十分好感，甚至在袖珍博物館內也有漢堡水公司員工在工作的場景模型。



圖 32、2011 年漢堡鐵人三項比賽 (圖片：漢堡三鐵比賽網站)



圖 33、漢堡市區內比賽及漢堡水公司的加油棒



圖 34、袖珍博物館內漢堡水公司員工工作的場景模型

在街道上曾遇見管線施工及道路鋪設，其施作管線的整齊與磚鋪設的扎實，見證德國人工作的態度。現場洽詢得知約 200 公尺的施作工期為時 1 年，民眾也為了施工品質的良好可以忍受施工期間的不方便，此與國內民眾的認知與忍受態度大不相同。



圖 35、整齊的管線與磚鋪設工程

肆、建議

1. 污、廢水需經完整處理流程，包含物理處理、化學處理及生物處理，才可將水中污染物降低至符合環境生態標準。放流於河川中才不會影響生態環境。
2. 德國淨水廠使用水源為地下水，水源非常潔淨，淨水污泥僅只有少量鐵、錳污泥。較多比例的鐵、錳污泥送至廢水處理廠內的污泥處理場，用以抑制硫化氫等臭味物質的產生。較少比例之資源化為製磚、水泥等再利用。
3. 污水處理流程中，除沉砂池的砂礫作為建築材料外；其餘由篩除、初級處理、生物處理所產生之污泥，皆脫水後逕入焚化場燃燒產生熱能及電能。
4. 德國水源相當充沛，地下水源也非常潔淨，但人民卻不會隨便浪費水資源，對於水資源相當珍惜。平均德國人民每日用水量為 110 公升，相對國人平均每日用水量為 250 公升差距頗大。除台灣水價非常便宜外，國人環保觀念仍需向先進國家學習。
5. 德國對於水源保護管理執行很徹底。國內雖有水質水量保護區的規定，但水源區的蓄水、養殖、農作、觀光、遊湖.....等多功能，卻使得原水水質遭受人為污染及破壞。
6. 源頭減量的重要可減少後續的處理成本。對於水源保護，維持優良的原水水質，可大量減少淨水或污水流程所產生的廢棄物。
7. 參訪淨水廠及污水處理廠，其環境只有乾淨、整潔。設備也維持得非常良好。
8. 德國有充沛的地下水資源，雖然飲用水皆使用地下水，但水公司會以人工蓄水湖補注地下水。反觀台灣沿海超抽地下水造成地層下陷，應學習德國環境永續的作法得以避免之。
9. 德國政府對再生能源積極投入並輔導，於 2000 年通過世界第一個再生能源法案(EEG)。用戶裝置再生能源發電，將以固定價格收購，承諾長達 20 年。因此在用戶的使用意願提升下，目前德國再生能源發電占總發電比率 17 %。
10. 自來水博物館除了將舊有設備整修結合庭園展覽外，並保持部份

大型設備作動態展示。另展覽文件與自來水設備作結合設計也是值得參考的巧思。

11. 淨水廠及污水處理廠使監測、控制、自動化系統，並整合訊息於面板，可大量減少人力運用。
12. 水質監測儀器與操控設備結合，透過先進的系統整合與電腦執行最佳化操作，可使淨水廠及污水處理廠效能最佳化。
13. 德國水公司除供水任務外，並積極參與贊助大型活動，塑造良好企業形象。如 2011 年 7 月 16 及 17 日在漢堡舉辦的鐵人三項比賽 (Triathlon)，漢堡水公司參與讓全市都沸騰起來。
14. 德國參訪的所有公司，不因參訪人單勢孤，本人職等不高而有所怠慢。安排多場次的簡報及現場參觀皆準備充分，仿佛是為個人舉辦的多場小型研討會。其敬業的態度由此可見。而一對一的簡報研討也較能針對本人工作經歷所面臨的問題，更深入的相互交流。

伍、誌謝

本人於今年春節前由本公司供水處李副處長丁來先生告知進修訊息，並獲得胡副總經理南澤先生核定參加計畫。感謝經濟部國際合作處王佩萍小姐協助行程前、後之行政作業。感謝駐德國代表處經濟組范組長德安先生及鍾秘書昇宏先生協助安排漢堡水公司及柏林水公司行程。感謝今日儀器公司廖總經理鎮東先生、上泰儀器公司陳業務經理榮鎖先生及劉業務襄理黃協先生、逢甲大學胡苔莉教授大力協助連繫德國相關單位參訪行程。感謝本公司總管理處言美玲小姐、第四區管理處吳經理振欽先生、第四區管理處人事室黃璿君小姐及公司長官協助行程前行政作業。感謝豐原給水廠黃廠長庭水先生、楊股長金龍先生、陳股長東曜先生及淨水股所有同仁分擔出國期間之業務。感謝德國友人 Kay 熱忱鼎力幫忙。感謝漢堡水公司 Ms. Beate Gröbblinghoff、Dr. Christoph Czekalla、Dr. Eckhard Dammann、Mr. Arnold Schäfer、HACH LANGE 公司 Dr. Frank Thomas、Dr. Andreas Schroers、Mr. Michael Häck、TZW 公司 Dr. Josef Klinger、Dr. Frank Sacher、柏林水公司 Mr. Arne Kuczmera、Dr. Bernd Heinzmann、Dr. Heinzmann 等人專業的簡報及現場解說，使得參訪行程讓本人印象深刻且獲益良多。感謝太座安排德國旅館及德國美食，讓本人每日有舒服的旅館及品賞德國道地的各種美食。感謝經濟部長官及本公司長官給予機會參與訓練計畫，出國學習並拓展視野，職永銘在心。