

(仮訳)

Key Issue :

- 12 : ダム機能による便益
- 5 : 水質
- 6 : 貯水池の湛水

気候区分 :

温暖,多湿

主題 :

- 地下水管理



効果 :

- 地下水位の低下 (侵食による河床低下) 防止策, 積極的な地下水管理、水質観測

プロジェクト名 : Freudenau発電所

国名 : オーストリア

実施機関 / 実施期間 :

- プロジェクト : Verbund - Austrian Hydro Power社
1992年 1998年
- Good Practice : Verbund - Austrian Hydro Power 社
1992年 1998年

キーワード :

要旨 :

Freudenau水力発電所の建設によりDanube川の水位が上昇し、ウィーン市内の地下水位が変化することが懸念された。このため川岸に沿って設置された揚水・注水可能な23組の井戸で構成された地下水管理システムを、影響範囲の地下水位を維持・改善するために設置した。

1. プロジェクトの概要

1.1. 全般

Freudenau水力発電所はオーストリアのDanube川利用に関する基本計画の一部である。1954年以来9つの水力発電所がオーストリア国内のDanube川に作られた。これらの発電所は、約1,200万kWhを発生させる。これは、オーストリアの総発電量の25%以上を占める。

Freudenau水力発電所はオーストリア国内で建設された最後の発電所であり、1992年から1998年にかけて中央ヨーロッパの中心に位置する人口200万近いウィーン市内に作られた。

他のDanube川の発電所のように、Freudenauの多目的な計画は、航行船舶の状況や効果的な洪水制御の改善に著しく貢献した。しかしながら、Freudenau発電所は、その複雑さにおいて、先にDanube川に作られたいずれの発電所とも異なる。

(仮訳)

表 1 Freudenau 水力発電所の仕様

項目	仕様	
水系	Danube 川	
集水面積	101,731 k m ²	
形式	流れ込み式	
発電所	台数	6
	最大出力	172 MW
	発電電力量	1,052 GWh/a
	最大使用水量	3,000 /s
洪水吐	数	4 (各 24m)
	ゲート	Tainter gates with flap
閘門	数	2 (各 24 x 275 m)
	Upper	Rotary segments with flaps
	Lower Head	Mitre gates
魚道	種類	Natural
	流量	1.2 - 7 /s
背水区域	距離	28 km
	ポンプ施設数	50

1.2. 開発計画

最初の計画は1985年のDanube川開発基本計画に基づき作成され、学術的な知見を考慮して詳細な位置を決定した。

1986年から1988年まで、「Opportunities for the Vienna Danube Area (ウィーン・ドナウ地域の好機)」と名づけられたコンテストが創設された。水力発電の専門家、建築家、造園家、及び生態学者達は、このコンテストに参加した。コンテストの目的は都市開発基準値を満たし、環境に優しい貯水池の設計と、環境と調和が取れた発電所とダム設計の提案を採択することにあった。

次にこのプロジェクトは水に関する“the responsible water authority”機関に提出され、環境影響評価を行った。1991年5月に、ウィーンで国民投票が行われ、参加者の72%が発電所の建設に賛成した。同年7月には“Water Authority”(水の権威; 水利用に関する公共機関?)がプロジェクトを実行のための基本的な許可証を発行した。1992年6月までに、電力事業計画の建設をスタートするために必要な全ての許可証を獲得した。

ダムの建設は、1992年10月1日に始まった。工事期間中、300万トンの建築資材と24,300トンの鉄鋼、130万のコンクリートが使用され、660万掘削が行われ、1998年の春に終了した。

1.3. プロジェクト概要

1.3.1. ダム

Freudenau 水力発電所は3つの異なる機能をもつセクションから成る：

- 発電所建屋
- 放水路
- 閘門
- 魚道

発電所建屋は川の中央(左岸の放水口と盛土によって作られた人工島の間)に位置し、作業場と管理棟を兼ねている。閘門は右岸側の人工島の隣に位置する。

(仮訳)

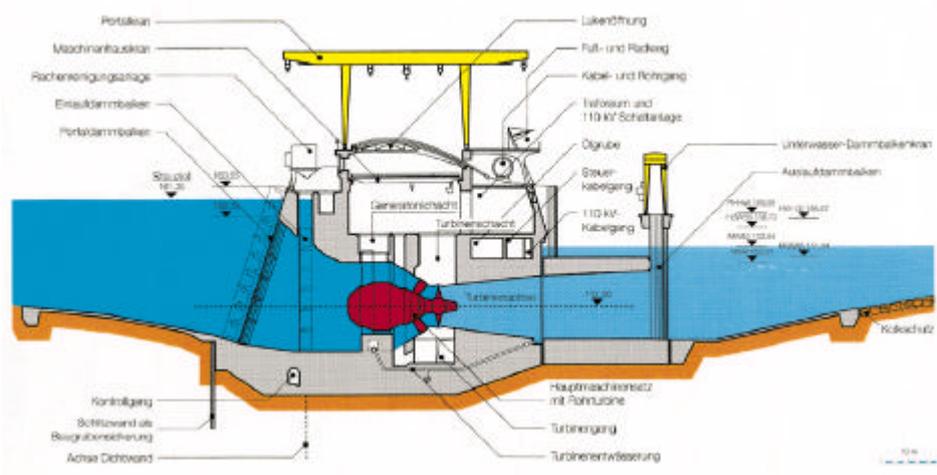


図1 発電所横断面図

1.3.2. 背水エリア

背水領域の長さは28kmある。上流区域において、一連の測定値が少なくともカテゴリIIの水質(下水処理プラント等)を守る目的で行われた。重要な課題は都市の社会基盤に関連した追加対策の実施と地下水管理システムを実現することであった。(例: Danube川を横断する橋の桁下高を上げる)

1.3.2.1 都市部(ウィーン市)

右岸はレクリエーション活動のため公園のような領域が造られた。左岸はダムにバイパス水路(魚道の魚梯)を用意して生態学的な設計がなされた。

1.3.2.2 地方(オーストリア南部の州)

川岸は環境と適合するように最適に緑化された。「古いDanube川支流」は「魚梯」、「魚道」、「フィーダゲート」、及び池に復元された。同じくこれは、水面の上昇につながった。

1.3.2.3. 下流地域(ウィーンからスロバキア国境まで)

下流地域では1996年に『Donau-Auen』が国立公園に制定された。Freudenau水力発電所からオーストリア-スロバキア国境までの間では河床の更なる洗掘を回避するため、人工砂利を供給するプロジェクトがスタートした。

(仮訳)

2. プロジェクト地域の特徴

2.1. 地理的位置

Danube川はヨーロッパで2番目に長い河川で合計2850kmあり、流域面積は817,000km²ある。プロジェクトエリアはDanube川河口から1,921km上流に位置し、オーストリア共和国ウィーン市内にある。



図2 Danube川流域

ウィーンは人口170万を有するオーストリアの首都で経済の中心地である。

2.2. 水文的特徴

流域面積 (Danube 川ウィーン市に於ける):	101,731 k m ²
最小流量	390 /s
平均流量	1,900 /s
100 年確率流量	10,400 /s
既往最大流量	14,000 /s
勾配	40 cm/km

2.3. ウィーン市内のDanube川

Danube川とウィーンの関係は常に利害両面の側面を持っていた。Danube川はウィーンにとって重要な水路である反面、ウィーンは常に洪水の危険に晒されていた。そのため、1870年代前半から広範囲にわたる河川整備が行われた。当初のプロジェクトの目的は次のとおり概説することができる。

- 洪水による被災防止
- 運河の新設による河川流の集中安定化
- 舟運状況の改善

(仮訳)

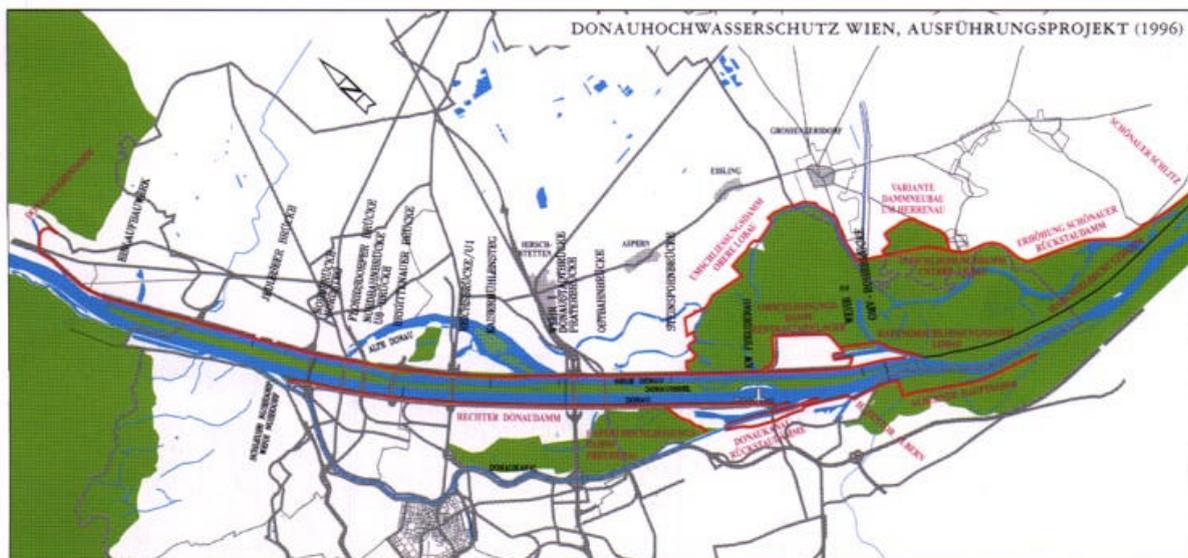


図3 ウィーン市内のDanube川

1970年から1988年にかけて、このシステムはウィーン市を洪水から保護する『New Danube』と名づけられた運河によって補われた。

上述の河川整備は後に河床の洗掘を引き起こすとともに、これらを取巻くエリアの地下水位が低下した。(図4参照)

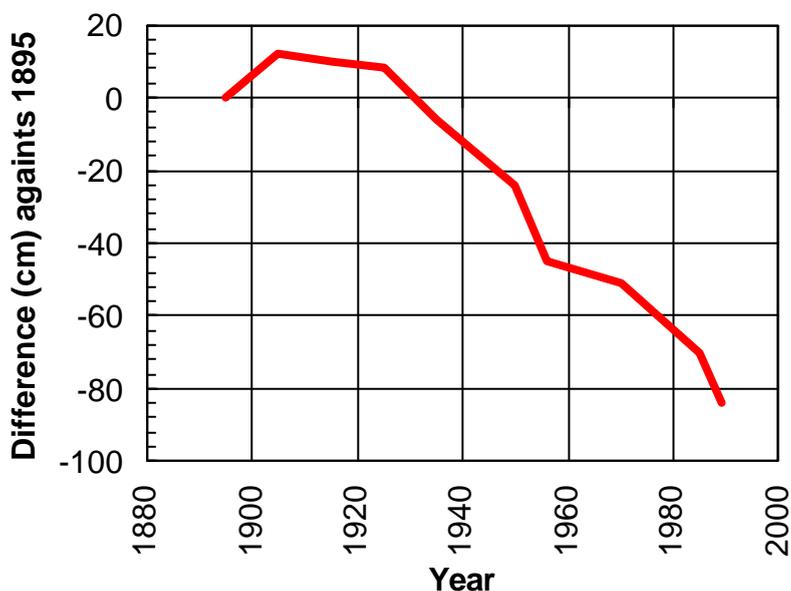


図4 河床洗掘による水位低下

3. 地下水マネジメントシステムの恩恵

3.1. 目的

Freudenberg水力発電所の建設により、ウィーン第2区域のいくつかの都市を浸水させるのと同様に、川にためられた高い水位は、地下水の流れ劇的に変え、第20区域で多くの家の地階を浸水させるであろう。この浸水を防ぐため、遮水壁システムがDanube川の右岸に沿って建設され、地下水管理システムが1994年に運用を開始した。このシステムの目的は、次のとおり概説することができる：

(仮訳)

- 水力発電所の建設前の地下水のシミュレーション(影響範囲の地下水の動態)
- 家の地階および近隣の地形の浸水の予防(地下水位の最大値の検証)
- 低水位の期間の地下水位の上昇(河床低下の影響)
- Prater 公園地区への給水の改善(氾濫原・森林への灌漑、生育期)
- 地下水水質の改善(オンラインとオフラインの水質のモニタリング)

3.2. 測定

ウィーン市の第2区域および第20区域の地下水の流れは、主として Danube川およびDanube運河の水位の変化によって変わる。開発され、完全に自動化された地下水管理システムは、ほぼ自然の状態の(建前前の)事前に定義された地下水の流れを保持する。更に、地下水位の過度の低下を防ぐだけでなく、人口過密地域の高水位を予防するため、地下水の動きをコントロールすることが可能である。予防策がない場合では、右岸側に近接する水が滲み、地下水の品質が好ましくない状況が促進される。

地下水管理システムは23組の揚水・注水可能な井戸で構成される。注入または汲み上げに必要な浸透水量はFreudenau水力発電所建設前の地下水モデルに従って計算される。

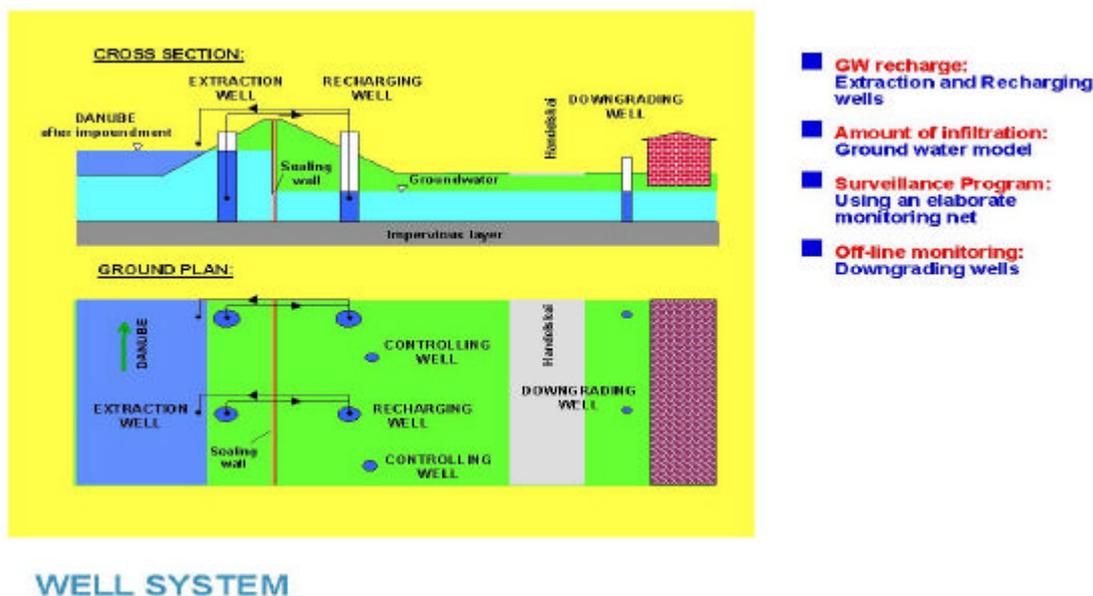


図5 Freudenau 水力発電所 地下水管理システム

3.3. モニタリング

モニタリングシステムは水量(地下水位、流量など)と水質(を監視する)のためのオンラインとオフラインの装置からなる。

- 水量(地下水位): 器具 1,400組
- 水質(地下水): 器具 400組

生物監視システムと同様に導入された水質管理システムと水質監視井戸の広大なネットワークは、帯水層に予期しない汚染が発生しないこと地下水管理システムかまたはDanube川の汚染物質のいずれかで検証していく。



図5 オンライン水質モニタリング装置

3.4. 便益

6年以上もの経験に基づき、プロジェクトの便益は、所定の目的を達成したものと以下のとおり述べる事ができる。

- Prater 区域の生育期に灌漑を強化するため、地下水のレベルを上昇させることが可能
- 家の地階の浸水と洪水から都市住居を保護するための地下水位の調整
- 機械攪拌式エアレーションによる浸透水の酸素レベルの改善
- 継続的なモニタリングによる地下水品質の保証

4. 便益の効果

地下水位管理システムが無い場合は地下水位の低下が進むであろう。この場合の影響は以下のとおり。

- 湿地帯の（水文学的な）状態の劣化 (Prater 区域)
- 由緒ある家の基礎に関する問題を増大させる(木製の柱)
- 洪水時の家の地階の浸水

地下水管理システムによってFraudrau水力発電所の影響を緩和するだけでなく上述の目的に合致した地下水の状態に改善することが可能になった。

5. 成功の要因

地下水管理システムの成功の理由は以下の基本方針に基づいている：

- 1985 年以來の徹底的な水文調査と地下水のモデル化
- 利害関係者の参加と参加団体からの情報（特にウィーン自治体）
- 運用期間における恒久的な影響のモニタリング

6. 詳細情報の入手先等

6.1 参照文献

- 1) DREHER, J. 1991. Groundwater management in the city of Vienna after construction of the new hydropower plant on the

(仮訳)

- Danube River - a case study. In: (Ed. H.P. Nachnebel & K.Kovar) Hydrological basis of ecologically sound management of soil and groundwater. Proc. Vienna Symp. IAHS Publ. No. 202: 229-238.
- 2) DREHER, J.& A. GUNATILAKA 1996a. Groundwater management in the city of Vienna. Modelling, Testing & Monitoring for Hydro Power Plants - II. Int. J. Hydro Power & Dams 2: 545 - 554.
 - 3) GUNATILAKA A. & J.E. DREHER 1996b. Use of early warning systems as a tool for surface and groundwater quality monitoring. Proc. IAWQ and IWSA Symp. on Metropolitan Areas and Rivers. Rome, May 1996. TSI - River quality surveying and monitoring methods - 2: 200-
 - 4) DREHER, J.& A. GUNATILAKA 1998a. Groundwater management system in Vienna an evaluation after three years of operation. In: Artificial Recharge of Groundwater (Ed. J. Peters et al.), Amsterdam, Balkema, pp. 167 - 172.
 - 5) GUNATILAKA A. & J.E. DREHER. 1998b. Groundwater management as a viable tool for groundwater protection. Proc. IHAS/AISH Int. Symp. on Groundwater Quality: Remediation and Protection, Mike Herbert & Karel Kovar (Eds.). Tübingen Geowissenschaftliche Arbeiten (TGA) 36: 63 - 65.
 - 6) GUNATILAKA A. & J.E. DREHER 1998c. Continuous surface and groundwater quality monitoring of the Danube the use of early warning systems. Proc. IAWQ Management of large river basins, 8th River Basin Conference, Budapest, September 1988, 419 - 422.
 - 7) GUNATILAKA A. & J.E. DREHER 1999. Water quality issues associated with hydropower. Proc. Int. Symp. 'Hydropower into the Next Century - III', Gmunden, Austria, Oct. 1999. Int. J. Hydropower & Dams, 201-211.
 - 8) GUNATILAKA, A., DIEHL, P. & H. RZICHA, 2000. The evaluation of 'Dynamic Daphnia Test' after a decade of use: benefits and constraints. In: 'Biomonitoring and Biomarkers as Indicators of Environmental Change', Volume -II, Eds. Butterworth, F., Gunatilaka, A. & M. Gonsebatt, Plenum Press, New York, (in print).

6.2 問い合わせ先

Verbund Austrian Hydro Power AG
Am Hof 6A
A-1010 Vienna
Austria