

# Eine türkische Mehrzweckanlage am mittleren Euphrat

Autor(en): **Gilg, Bernhard**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie**

Band (Jahr): **64 (1972)**

Heft 4

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-920954>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

- Innerhalb der aus politischen und sozialen Ueberlegungen heraus gegebenen Grenzen den optimalen Verteilungsschlüssel des nutzbaren Wasserdargebotes zu definieren.
- Die für die angestrebte Nutzbarmachung erforderlichen Bauwerke und deren Dimensionen zu ermitteln.
- Den besten Entwicklungsrhythmus — auch wieder innerhalb der gegebenen Grenzen — für die Entwicklung bis zum Erreichen des Endstadiums anzugeben.
- Die mit der Realisierung des vorgesehenen Wasserwirtschaftsplanes erzielbaren Nutzeffekte zu nennen und damit die Wirtschaftlichkeit des ganzen Vorhabens zu überprüfen.
- Die bei der Realisierung aufzuwendenden Investitionen zu schätzen.

Die Realisierung des vorgesehenen Wasserwirtschaftsplanes wird es ermöglichen, zusätzlich zu der bereits heute bewässerten Fläche 95 000 ha zu bewässern und weitere 95 000 ha mit Hilfe grösserer Wasserzuteilung zu modernisieren, sowie den Bedarf an Trink- und Industrierwasser der ganzen Küstenzone zwischen Casablanca und El Jadida für eine Bevölkerung von rund 4 bis 5 Millionen Einwohnern bis zum Jahr 2000 zu gewährleisten. In den neuen und modernisierten Bewässerungsgebieten werden 100 000 neue Arbeitsplätze geschaffen, womit unter Berücksichtigung des Sekundäreffektes der landwirtschaftlichen Produktion, wie dem Bedarf an Arbeitskräften für Futtermühlen, Konservenfabriken, Milchzentralen, Dienstleistungsbetriebe usw., eine Bevölkerung von rund einer halben Million angesiedelt werden kann. Die erforderlichen Investitionen betragen rund 1,3 Milliarden Schweizer Franken. Die Kosten pro Arbeitsplatz belaufen sich auf 13 000

Schweizer Franken. Etwa 90 % der Investitionen sind in der Periode von 1971 bis 1985 zu erbringen.

Abschliessend ist festzuhalten, dass das Aufstellen eines Wasserwirtschaftsplanes nicht oder jedenfalls nicht nur die Lösung eines klar definierten Gleichungssystems, sondern zahlreiche iterative Rechnungen und, in stetiger Diskussion mit den zuständigen Behörden, die langsame Annäherung an die endgültige Lösung beinhaltet. Sehr viele Fakten ausserhalb des mathematisch erfassbaren Bereiches spielen dabei eine grosse Rolle und beeinflussen die zu treffenden Entscheidungen.

Schliesslich darf nicht vergessen werden, dass ein noch so sorgfältig ausgearbeiteter Wasserwirtschaftsplan keine absolute Gewähr für das Gelingen bietet. Denn die Ausnutzung eines Flusses in der beschriebenen Weise ist und bleibt ein grosser Eingriff in die Natur, aber oft auch ein grosser Eingriff in das Leben der ansässigen Bevölkerung, die sich an neue Anbaumethoden und an ein neues wirtschaftliches Denken gewöhnen sollte.

#### Literaturhinweis:

[1] Aménagement du bassin de l'Oum er R'bia, par C. Caspar; Science et Industrie, 1955, p. 207 à 221.

[2] «Die Beurteilung von Projekten anhand der Nutzen-Kosten-Analyse» von D. Vischer, Prof. Dr. Ing., Zürich, und V. Bohun, dipl. Ing., Baden, Schweiz. Bauzeitung, 89. Jahrgang, Heft 52, Dez. 1971.

#### Bildernachweis:

Bilder 1, 3 bis 17 Dr. W. Willi, Baden  
Bild 2 Foto G. A. Töndury, Baden

#### Adresse des Verfassers:

Dr. W. Willi, Motor-Columbus Ing. Unternehmen AG,  
5400 Baden

## EINE TÜRKISCHE MEHRZWECKANLAGE AM MITTLEREN EUPHRAT

Bernhard Gilg

DK 626/627 (56)

### 1. Einleitung

Der Euphrat entspringt im nordöstlichen Bergland der Türkei in der Nähe der Stadt Erzerum. Das Ursprungsgebiet liegt nicht allzuweit entfernt vom Gipfel des Ararat, auf welchem auch heute noch unermüdete Forscher von Zeit zu Zeit nach den Resten der Arche Noah suchen.

Der Fluss wird ein erstes Mal durch den Keban-Damm gestaut. Diese 280 km östlich von Kayseri liegende Talsperren- und Kraftwerkanlage steht vor ihrer Vollendung und schafft den Hauptspeicher für die Regulierung des Euphratstroms. Die hier produzierte elektrische Energie wird über eine nahezu 1000 km lange doppelsträngige 380-kV-Leitung nach Ankara und Istanbul überführt. Unterhalb des Keban-Sees überwindet der Euphrat auf einer Strecke von 450 km bis zur syrischen Grenze ein Gefälle von 340 m. Er hat sich im allgemeinen ziemlich tief ins Gebirge eingeschnitten und weist deshalb verschiedene Sperrstellen auf, deren topographische Eigenschaften allerdings meist besser sind als die geologischen.

Da das Gefälle bei einem durchschnittlichen Gradienten von 0,8 ‰ sehr schwach ist, kann nur mit einer stufenförmigen Aneinanderreihung von Speichern eine wirtschaft-

liche Nutzung erzielt werden. Jede eingelegte Druckstollen-Strecke zwischen Sperre und Krafthaus würde sich vertuernd auswirken. Gleichzeitig erlaubt eine solche Folge von Seen die bestmögliche Abflussregulierung und eine gleichmässige Verteilung der Energie-Produktion über das ganze Jahr.

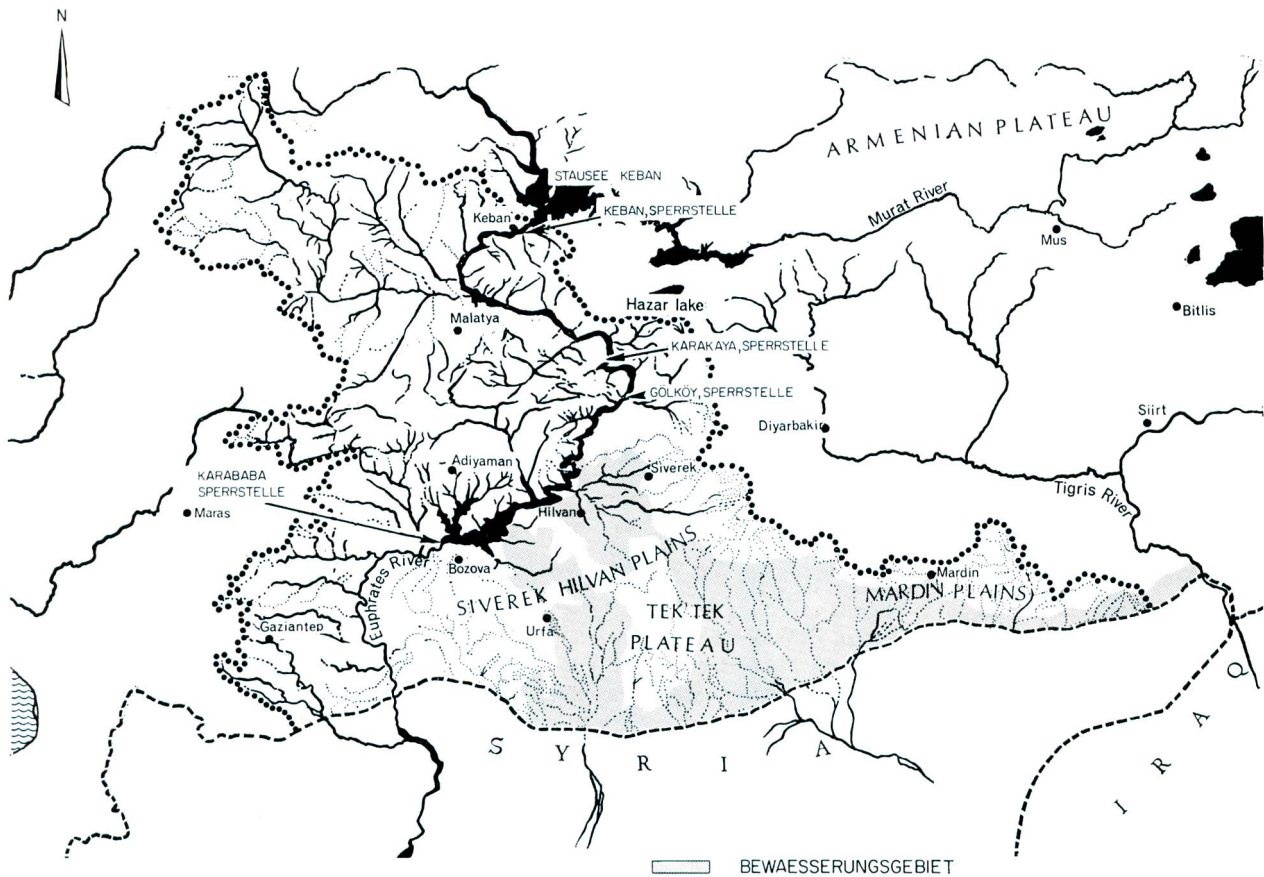
Die südöstlichen Grenzgebiete der Türkei sind an und für sich fruchtbar, jedoch infolge der sommerlichen Trockenheit nur ungenügend bepflanzt. Deshalb sollte die Regulierung des Euphrats auch der Landwirtschaft zum Nutzen gereichen. Ein weitgespanntes Kanalsystem wird die neuen Speicher mit den weiten Ebenen von Urfa bis Mardin verbinden, in deren Mitte übrigens der seit alters berühmte Ort Haran liegt, der nicht nur zur Zeit der biblischen Erzväter, sondern auch im Perserreich eine grosse Bedeutung besass.

### 2. Problemstellung und Ziel

Zu Beginn sollen hier die wichtigsten hydrologischen Daten erwähnt werden, welche naturgemäss eine wesentliche



Bild 1  
 Uebersichtskärtchen der Türkei und Einzugsgebiet des Euphrats mit den Speicherseen, Kraftwerkstufen und den projektierten Bewässerungsgebieten.



Grundlage der ganzen Studie bilden. Sie wurden auf Grund von Messungen erhalten, welche teilweise bis ins Jahr 1936 zurückreichen.

Die jährlichen Niederschlagshöhen hängen einerseits von der Meereshöhe und andererseits von der geographischen Breite ab. Sie reichen in den Bergen vereinzelt bis zu 1000 mm, betragen aber im Mittel im nördlichen Teil des Stromgebietes rund 600 mm. Bis zur syrischen Grenze nimmt die jährliche Regenhöhe bis auf 300 mm ab.

Die mittleren Abflüsse gehen aus der nachstehenden Tabelle hervor:

Ort (am Euphrat)	Einzugsgebiet	Mittlerer Abfluss
Keban	64 000 km <sup>2</sup>	650 m <sup>3</sup> /sec
Karakaya (1. Sperre)	80 500 km <sup>2</sup>	740 m <sup>3</sup> /sec
Karababa (letzte Sperre)	92 300 km <sup>2</sup>	840 m <sup>3</sup> /sec
Birecik (syrische Grenze)	102 000 km <sup>2</sup>	910 m <sup>3</sup> /sec

Dabei sind in den 30 Messjahren für den Mittelwert Schwankungen von 50 % bis 150 % vorgekommen.

Mit der totalen Jahresfracht von im Mittel 26 000 Mio. m<sup>3</sup>, welche etwas grösser als diejenige des Rheins bei Basel ist, sollen im Endstadium 13 000 GWh elektrischer Energie erzeugt und 700 000 ha (= 7000 km<sup>2</sup>) Land bewässert werden. Die Bewässerung benötigt rund 8000 Mio. m<sup>3</sup> oder 30 % des Euphratwassers, was einer mittleren Menge von 1,1 m<sup>3</sup> Wasser pro m<sup>2</sup> Boden entspricht.

Ein solch riesiges Entwicklungswerk sowohl bezüglich der zu errichtenden Anlagen, als auch der aufzuwendenden Kapitalien kann natürlich nicht von heute auf morgen verwirklicht werden. Der Bau der Kraftwerke benötigt rund 15 Jahre, die landwirtschaftlichen Anlagen sollen in rund 30 Jahren beendet sein. Zu diesem Zeitpunkt wird aber nur eine teilweise Rendite zu verzeichnen sein. Ein realistischer Entwicklungsplan zeigt, dass erst nach ungefähr 75 Jahren auch der volle landwirtschaftliche Erfolg erwartet werden darf.

Das agronomische Ziel sieht eine ausgedehnte ganzjährige Nutzung vor. Wenn heute im Sommer nur 3 % und im

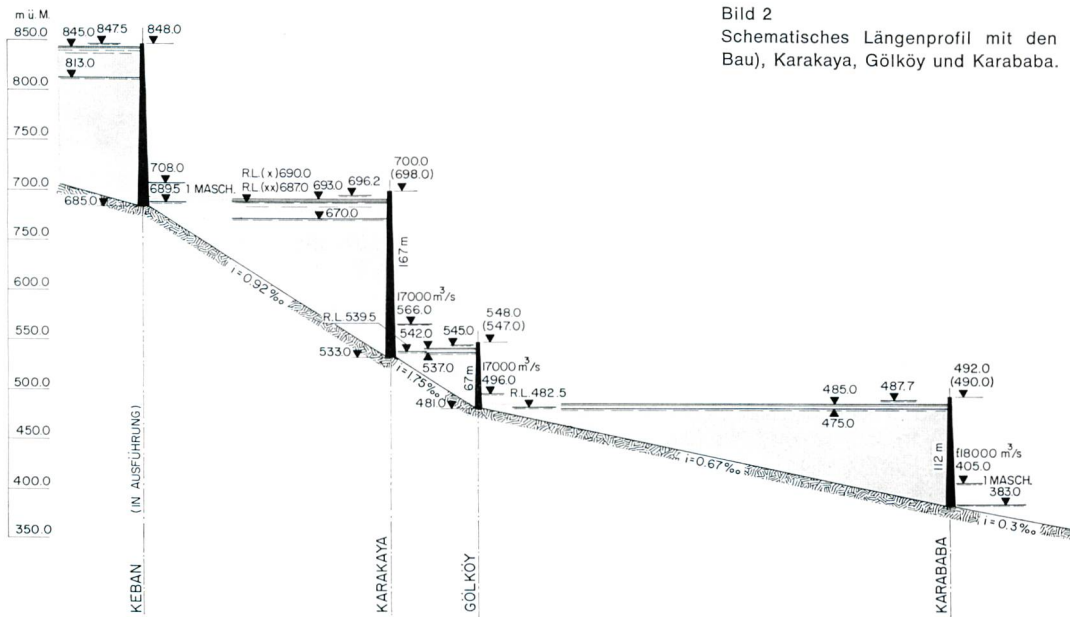


Bild 2  
Schematisches Längenprofil mit den Staustufen Keban (im Bau), Karakaya, Gök köy und Karababa.

	125	166	80538	472	29	81010	152	92338	
	64092	16446					11328		ZWISCHENDISTANZEN IN km
	680		298	6.50				369	EINZUGSGEBIET IN km <sup>2</sup>
	30700		9580	170				16090	SEEOBERFLÄCHE IN MIO. m <sup>2</sup>
	16300		5580	40				3590	NUTZVOLUMEN IN MIO. m <sup>3</sup>
			3500	3000				4000	BAUUMLEITUNG m <sup>3</sup> /s
	16200		17000	17000				18000	HOCHWASSERENTLASTUNG m <sup>3</sup> /s
	145		145 (142)	54.50 (53)				98.50 (96)	GESAMTHÖHE UND (NUTZFALL-)HÖHE m
	1080		1182	1060				930	DURCHFLUSSMENGE m <sup>3</sup> /s
	1240		1500	500				800	AUSBAULEISTUNG MW
	8		6	4				5	MASCHINENZAHL
	68950		537	480				383	SPIRALENACHSE
	68950		537	482				383	NUTZWASSERKÖTE FÜR 1.MASCHINE

Winter 50 % des Bodens bebaut werden, so sollen in Zukunft im Winter 60 %, im Sommer sogar 75 % der Fläche landwirtschaftliche Produkte hervorbringen. Dabei werden Weizen im Winter und Baumwolle im Sommer auf der Hälfte des Bodens einander ablösen, die zweite Hälfte wird dem Obst und Gemüsebau, dem Wein, dem Reis und den Ölpflanzen reserviert sein. Der totale Ertrag sollte sich bis auf 7 Mio. t Agrarprodukte pro Jahr erhöhen.

### 3. Studium der Sperrstellen

Zwischen dem im Bau befindlichen Keban-Werk und dem allmählichen Austritt des Stroms in die Ebene wurden bereits in früheren Studien vier mögliche Sperrstellen gefunden, deren Eignung scharf unter die Lupe genommen werden musste. Bei Beginn unserer Untersuchung im Herbst 1968 bestanden beim Bauherrn bereits gewisse feste An-



Bild 3  
Sperrstelle Karakaya  
flussabwärts gesehen.

Bild 4  
siehe Faltblatt Vorderseite

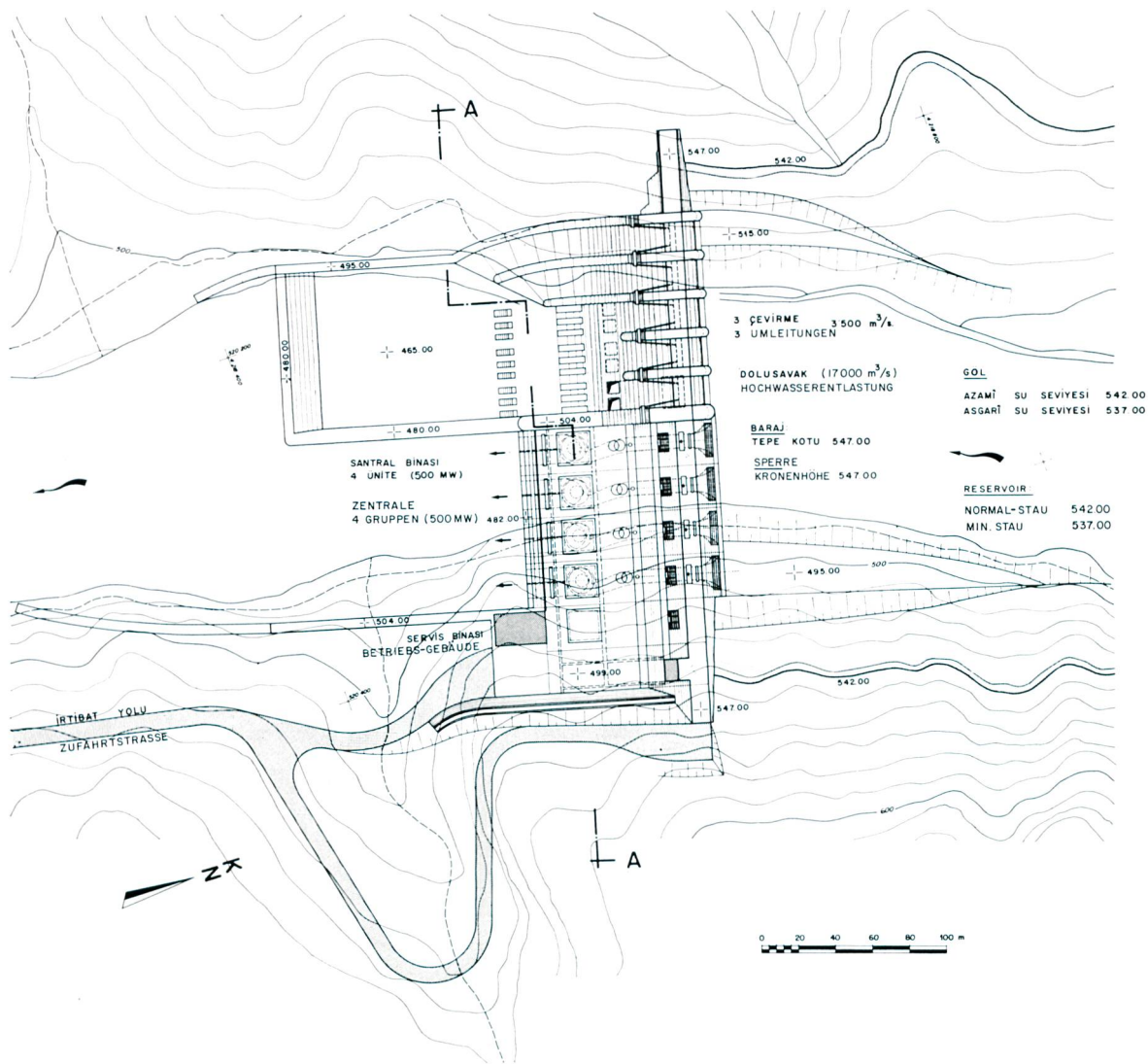


Bild 5 Lageplan des Kraftwerks Gököy.

sichten, welche sich auf das Resultat der ersten Vorarbeiten stützten. So erhielten wir die Empfehlung, vor allem einen Staudamm an der Sperrstelle Tasüstü — ungefähr in der Mitte der Strecke — ins Auge zu fassen, und denselben womöglich rund 280 m hoch zu projektieren, um einen über 200 km langen See mit Rückstau bis nach Keban zu erzeugen. Der Vorteil dieses Speichers hätte vor allem in einem wirtschaftlichen Anschluss für das Bewässerungssystem bestanden. Ohne Pumpstationen hätte man von dem hochgelegenen See aus sämtliche Kanäle beschicken können. Für die Bilanz der vom Euphrat exportierbaren Energie spielt hingegen der Ort der Ableitung keine Rolle.

Besonderes Augenmerk richteten nun sofort unsere Geologen, in den die Sperrstelle bildenden tertiären Sedimenten, auf die mächtigen Kalkformationen des Eozän bzw. des frühen Miozän. Bereits eine kritische Interpretation der Bohrungen und daraufhin eine besonders eingehende Untersuchung oberflächlicher Spalten liess Karstgänge entdecken, welche bisweilen in kapellenartigen Höhlen endeten. Es konnte nachgewiesen werden, dass der Stausee wenig Aussicht besass, jemals voll zu werden, und damit liess sich auch der Bauherr von der Unhaltbarkeit des Projekts überzeugen.

Die nach eingehenden Vergleichsstudien als günstigste Lösung erkannte Anlage besteht in einem 3-Stufen-Projekt,

welches von der technisch-geologischen Seite aus einen lückenlosen Ausbau garantiert. Für die Bewässerung besteht allerdings der betriebliche Nachteil, dass die Kanäle mit Hilfe von Pumpstationen aus dem tiefstliegenden der drei Speicher gespeist werden müssen.

Die oberste Stauanlage ist Karakaya. Eine enge Schlucht, deren Wände aus Hornblendgneis, Amphiboliten und Hornblendeschiefern bestehen, ermöglicht den Bau einer Betonbogenmauer, welche im Vergleich zu andern Sperrtypen wirtschaftlicher ist. Eine solche Sperre erlaubt die Anlage einer Zentrale am Mauerfuss, wobei natürlich alle Zu- und Ableitungen des Wassers sich verbilligen. Ein spezielles Studium benötigt die über das Zentralendach hinwegzuführende Hochwasserentlastung. Trotz der regulierenden Wirkung des Keban-Speichers muss sie eine Kapazität von 17 000 m<sup>3</sup>/sec besitzen.

Das relativ kleine Nutzvolumen von nur rund 25% der totalen Jahresfracht mindert den Wert der Anlage nicht herab, denn — wie bereits erwähnt — bildet ja der stromaufwärts liegende Kebansee den Regulierspeicher, so dass das Wasser in Karakaya bereits «nach Wunsch» anlangt. Eine kleine Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigt, dass der Strompreis hier rund 1,5 Rp./kWh beträgt, was uns in der Schweiz schon fast als ein Wunder erscheint!



Bild 6  
Sperrstelle Karababa  
am Euphrat, flussaufwärts  
gesehen.

Die nachstehende Tabelle gibt die Hauptdaten der Anlage:

Mittlere jährliche Wasserfracht	23 000 Mio. m <sup>3</sup>
Totales Speichervolumen	9 600 Mio. m <sup>3</sup>
Nutzbare Speichervolumen	5 600 Mio. m <sup>3</sup>
Bogensperre: Höhe	180 m
Kronenlänge	400 m
Betonvolumen	1,5 Mio. m <sup>3</sup>
Zentrale: Gruppen	5—6 (Francis)
Installierte Leistung	1 500 MW
Jahres-Produktion	7 000 GWh
Kosten der Anlage	1 000 Mio. sFr.

Die nächste Anlage — G ö l k ö y — kann als normales Flusskraftwerk bezeichnet werden. Sie nützt eine Gefällstufe von nur rund 60 m.

Obschon die Sperrstelle geologisch gesehen sehr heterogen ist, da sie aus unregelmässig gelagerten Kalk- und Dolomitzen der Kreideformation gebildet wird, unter welchen flyschartige Schiefer durchziehen, bietet sie keine grösseren Probleme, weil die Sperrhöhe relativ bescheiden ist. Ein umfangreicher Injektions-Schirm wird allerdings für die Vermeidung von Durchsickerungen unerlässlich sein. Die Daten der Anlage sind die folgenden:

Totales Seevolumen	170 Mio. m <sup>3</sup>
Nutzbare Seevolumen	40 Mio. m <sup>3</sup>
Gewichtsmauer: Höhe	90 m
Kronenlänge	320 m
Betonvolumen	0,6 Mio. m <sup>3</sup>
Hochwasserentlastung	5 Segmentschützen
Zentrale: Gruppen	4 (Francis)
Installierte Leistung	500 MW
Jahresproduktion	2700 GWh
Kosten der Anlage	400 Mio. sFr.

Als dritte und unterste Anlage ist Karababa vorgesehen. Das Tal ist hier bereits stark erweitert, wobei die unterhalb der Flusskrümmung liegende Talenge topographisch zuerst ins Auge sticht. Aber wiederum enttäuscht die Geologie, denn die linksufrigen Kreidefelsen gehören einer völlig anderen erdgeschichtlichen Zeit an als die rechtsufrigen Dolomite. Leider verläuft hier in der Talaxe eine Verwerfung, und da es in einem erdbebenreichen

Land nicht empfehlenswert ist, sich mit der Sperre rittlings auf eine Verwerfung zu setzen, musste die Stelle aufgegeben werden.

Also entschied man sich für den wesentlich breiteren Talabschnitt oberhalb der Krümmung, welcher geologisch klare Verhältnisse aufweist, da man sich vollständig im Plattenkalk der Kreideformation befindet.

Sowohl die gegen 500 Meter messende Breite der Talsohle als auch die beschränkte Widerstandsfähigkeit des Widerlagerfelsens schlossen den Bau einer Bogensperre von vorneherein aus. Dagegen würden beim Bau eines Staudammes sowohl die Wasserumleitung während der Bauzeit (~ 4000 m<sup>3</sup>/sec) als auch das Hochwasserentlastungsbauwerk für 18 000 m<sup>3</sup>/sec gewaltige Kosten verursachen. Deshalb untersuchte man einen Sperrtyp, welcher erlaubt, den Fluss bis zur letzten Phase durch die Baustelle hindurchzuleiten und später die Hochwasser über die Sperre selbst hinwegzuführen. Die klassische Gewichtsmauer wäre dafür wohl eine technisch richtige Lösung, kann aber wirtschaftlich nicht konkurrieren. Deshalb fiel die Wahl auf eine Pfeilerkopfmauer, für welche folgende Daten massgebend sind:

Mittlere jährliche Wasserfracht	26 000 Mio. m <sup>3</sup>
Totales Seevolumen	16 000 Mio. m <sup>3</sup>
Nutzbare Seevolumen	3 400 Mio. m <sup>3</sup>
Pfeilerkopf-Sperre: Höhe	120 m
Kronenlänge	1 250 m
Betonvolumen	3,7 Mio. m <sup>3</sup>
Hochwasser-Segmentschützen	6 à 17 m × 16 m
Mauerfuss-Zentrale: Gruppen	5 (Francis)
Installierte Leistung	800 MW
Jahresproduktion	5 100 GWh
(mit Bewässerung)	3 300 GWh)
Anlagekosten	900 Mio. sFr.

Natürlich stellt die Foundation gewisse statische Probleme. Die Pfeilerkopfmauer bietet aber die Vorteile, den Druck relativ gleichmässig auf die Felsunterlage zu verteilen, und zwischen leerem und vollem Stausee keine wesentlichen Spannungsunterschiede zu verzeichnen. Die höchste Belastung des Felsens wird zwischen 20 und 25 kg/cm<sup>2</sup> liegen, was den Plattenkalkformationen ohne weite-

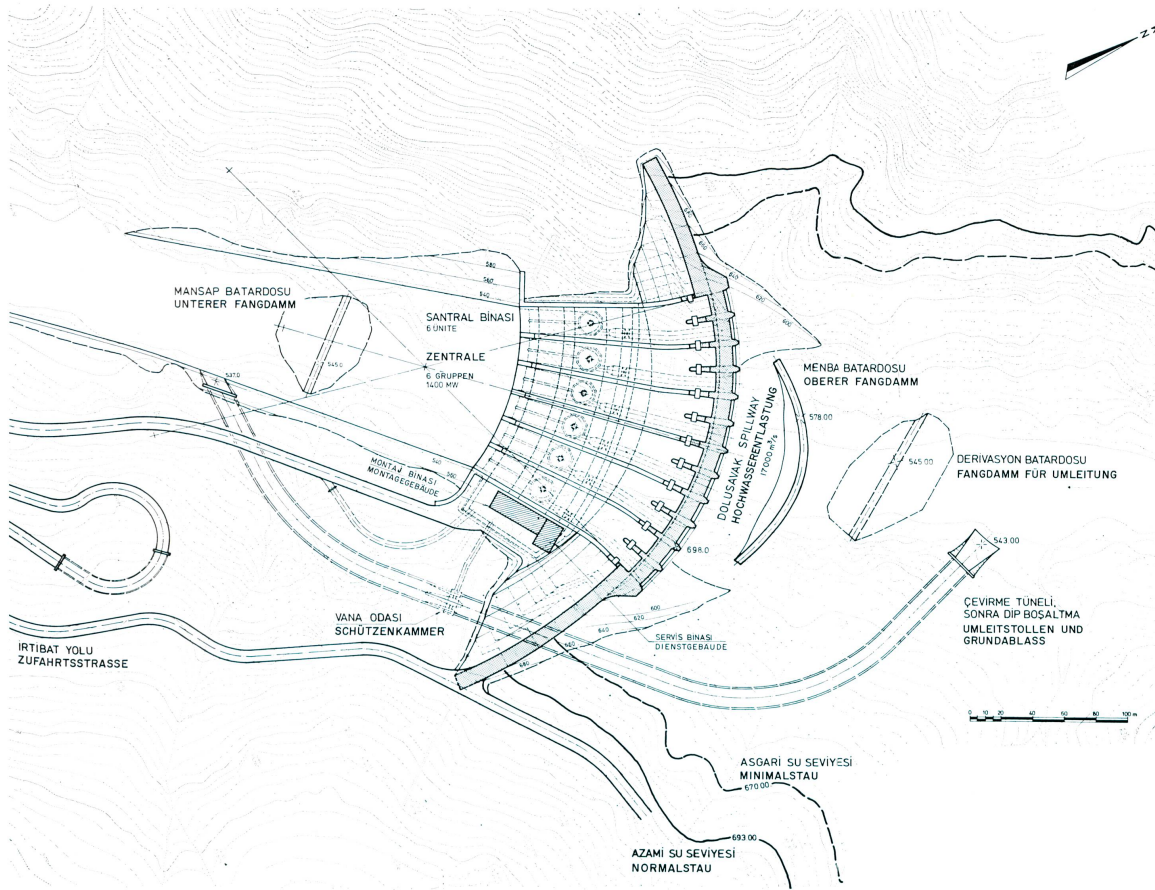
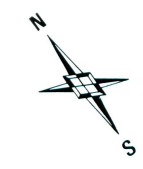
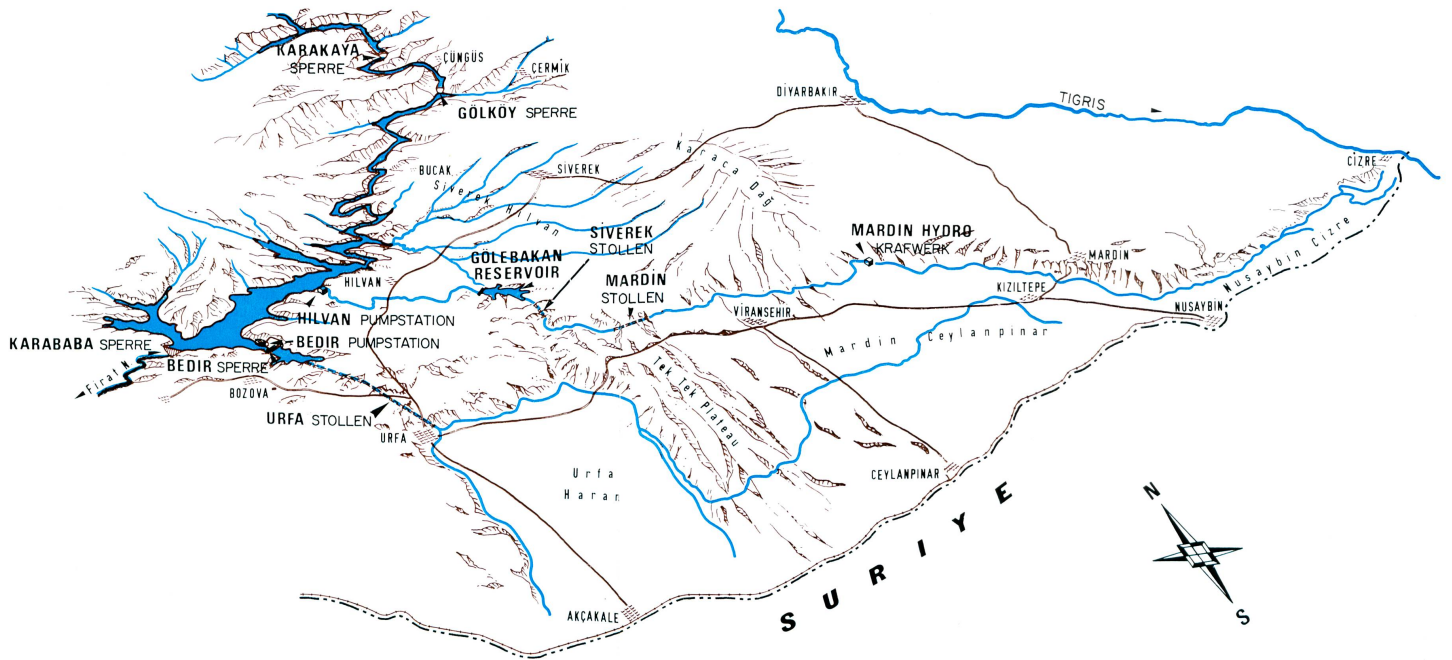


Bild 4 Lage von Bogentalsperre und Kraftwerk Karakaya.



▲ Bild 9  
 Uebersicht des Gesamtprojektes mit  
 Speicherbecken, Kraftwerken und Be-  
 wässerungssystemen.

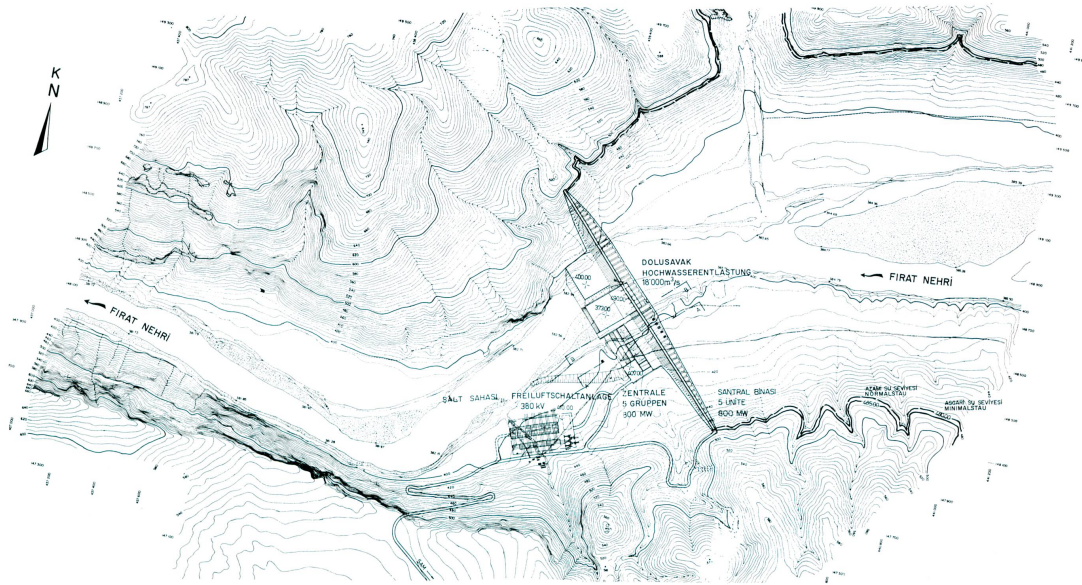
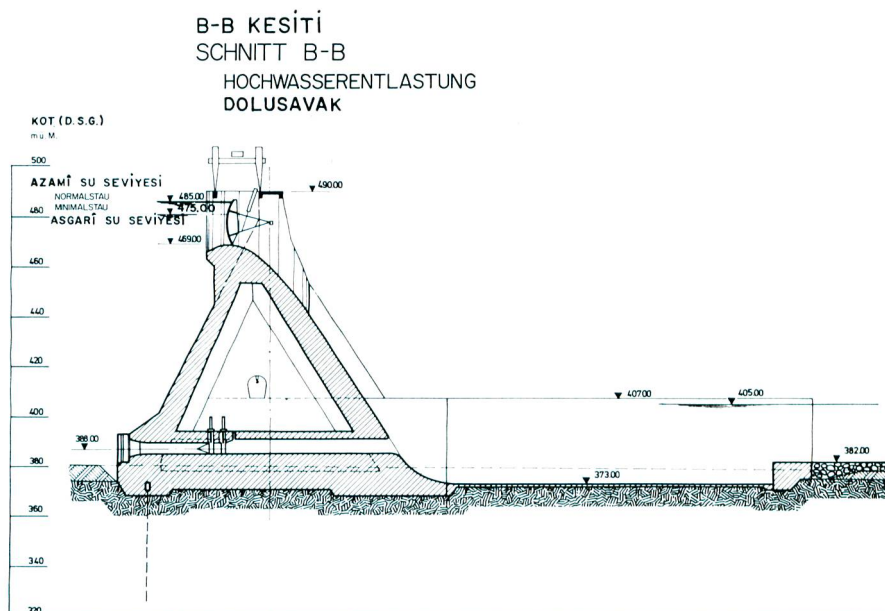
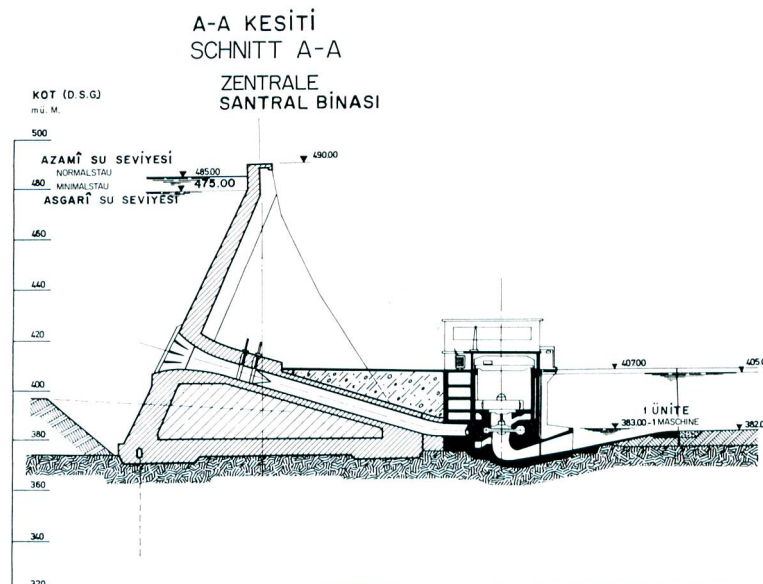


Bild 7  
 Lageplan der Pfeiler-Kopfstaumauer  
 und des Kraftwerks Karababa.



Bilder 7 und 9  
siehe Faltblatt Rückseite

Bild 8  
Querschnitte durch Pfeiler-  
Kopfstaumauer und Kraftwerk  
Karababa (Schnitt A—A)  
sowie durch Talsperre und  
Hochwasserentlastung der  
Staustufe Karababa (Schnitt B—B).



res zugemutet werden darf. Natürlich wird in einer weiteren Phase die Felsmechanik ein gewichtiges Wort zu sprechen haben. Felsdruck- und Abscherversuche sind ebenso unerlässlich wie Studien über den konsolidierenden Effekt der Zementinjektionen.

#### 4. Studium der Bewässerungsanlage

Wie bereits erwähnt, stammt alles Bewässerungs-Wasser aus dem Karababa-See, d. h. dem untersten Speicher. Da sein Spiegel relativ tief liegt, muss dasselbe vorerst in die Höhe gepumpt werden. Für den Anschluss an einen Teil der zu entwickelnden Gegenden wird 60 m über dem Hauptspeicher auf dem linken Ufer ein Sekundärsee errichtet. Von diesem See gelangt das Wasser durch einen 26 km langen Tunnel nach der Stadt Urfa, von wo es in die Kanäle verteilt wird, deren Gesamtlänge 400 km übersteigt. In einer ersten Ausbauphase beträgt die gepumpte Menge 140 m<sup>3</sup>/sec und erfordert eine Pumpstation von 130 MW Leistung mit zwei anschliessenden Druckleitungen. Die Leistung soll

in der zweiten Ausbauphase mehr als verdoppelt werden, so dass dann in Urfa 308 m<sup>3</sup>/sec zur Verfügung stehen.

Um aber die weiter weg liegenden Gegenden bis nach Mardin zu bewässern, ist eine noch grössere Pumphöhe notwendig. Eine zweite Pumpstation am oberen Ende des Karababa-Sees, welche im Endausbau 700 MW Leistung aufweisen soll, wird 335 m<sup>3</sup>/sec über die respektable Höhe von 170 m fördern. Vom Endpunkt der Druckleitungen gelangt dann das Wasser direkt in die Kanäle. Das Netz erstreckt sich über eine Länge von 600 km und enthält zwei längere Tunnel.

Im Endausbau sollen somit dem Karababa-See bis zu 643 m<sup>3</sup>/sec Wasser entzogen und der Bewässerung zugeführt werden. Dies entspricht dem Mittelwasser des Rheins bei Basel.

Dabei besitzen die Kanäle verschiedene zum Teil sehr grosse Kapazitäten. Der grösste fördert eine Menge von 335 m<sup>3</sup>/sec und verlangt verständlicherweise ein sehr eingehendes Studium.

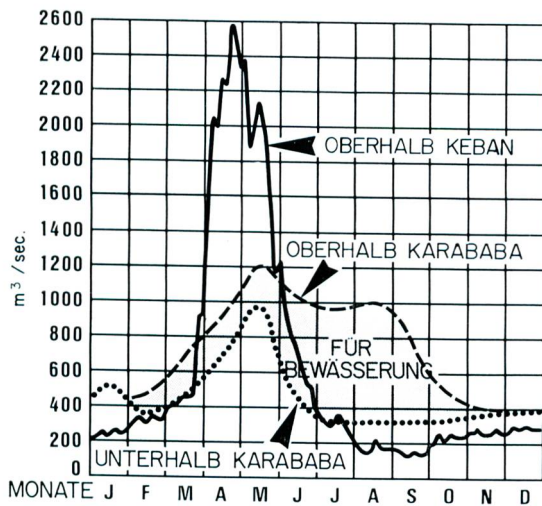


Bild 10 Durchfluss-Ganglinien des Euphrats.

Natürlich stellen die 643 m<sup>3</sup>/sec eine Spitzenentnahme dar, die übrigens bereits von der Wirkung einiger Sekundär-speicher profitiert. Die monatliche mittlere Entnahme ist oft weit geringer und verläuft während des Jahres gemäss nachstehender Tabelle:

Dezember	0 m <sup>3</sup> /sec	Juni	479 m <sup>3</sup> /sec
Januar	0 m <sup>3</sup> /sec	Juli	621 m <sup>3</sup> /sec
Februar	140 m <sup>3</sup> /sec	August	643 m <sup>3</sup> /sec
März	220 m <sup>3</sup> /sec	September	520 m <sup>3</sup> /sec
April	203 m <sup>3</sup> /sec	Oktober	163 m <sup>3</sup> /sec
Mai	221 m <sup>3</sup> /sec	November	41 m <sup>3</sup> /sec

Diese Verteilung ergibt die jährliche Wassermenge von 8000 Mio. m<sup>3</sup>, welche bereits als Endziel erwähnt worden ist und welche einer Bewässerungsmenge von 1,1 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> Land entspricht. Es muss aber erwähnt werden, dass von diesem Wasser nur 80 bis 90 % wirklich auf dem zu bewässernden Terrain anlangen. Der Rest geht durch Versickerung und Verdunstung in den langen Kanälen verloren. Im weiteren geht erfahrungsgemäss ein zum mindesten ebenso grosser Teil in den Bauernhöfen selber verloren, so dass schlussendlich nur 50 bis 60 % wirklich den Gewächsen zugute kommen. Der Verlust scheint relativ gross, stimmt aber mit der allgemeinen Erfahrung überein. Im übrigen wirken sich die langen Transportwege und die heissen Sommertemperaturen hier besonders ungünstig aus.

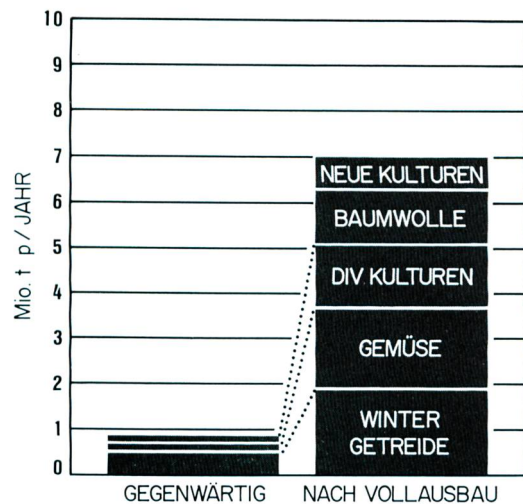


Bild 11 Zunahme der landwirtschaftlichen Erträge.

## 5. Optimalisierung

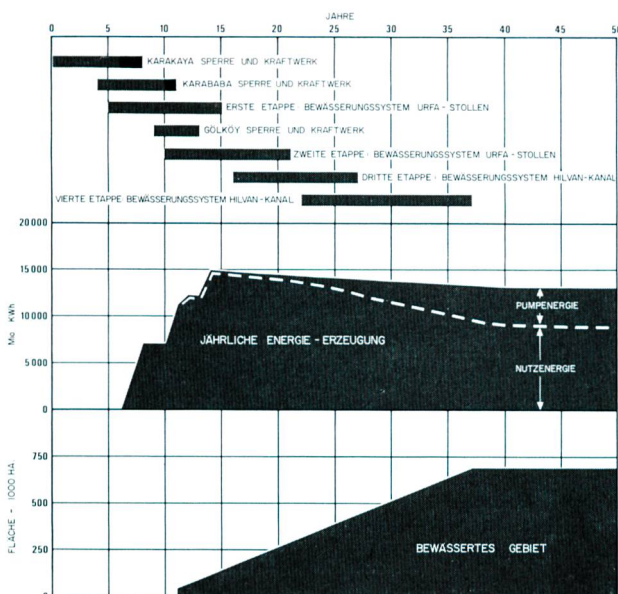
In den Abschnitten 3 und 4 wurde nur ganz beiläufig erwähnt, dass gewisse Variantenvergleiche durchgeführt worden sind. In Wahrheit stellten diese Variantenvergleiche eine Hauptbeschäftigung dar. Der Bauherr gab sich zum Beispiel nicht mit «lapidaren» geologischen Erwägungen zufrieden. Selbst an der am Anfang des dritten Abschnittes erwähnten Sperrstelle Tasüstü musste die mutmassliche Versickerung in m<sup>3</sup>/sec berechnet werden — eine in Karstformationen fast unmögliche Aufgabe! — und dies noch für verschiedene Sperrhöhen. Im weiteren waren von jedem denkbaren Stausee aus die Abzpfungsmöglichkeiten für verschiedene Sperrhöhen zu untersuchen, selbst wenn die Kanäle durch Tunnels ergänzt oder über hohe Dämme und Brücken geführt werden mussten. So wurden also variiert

- die Sperrstellen
- die Sperrhöhen
- die Kanal- (und Tunnel-) Führung
- die Pumpstationen
- die eventuellen Sekundärspeicher
- die Ausbaufolge der Kraftwerke und Bewässerungszonen

Aus 22 noch einigermaßen realistischen Varianten ergab sich mittels Optimalisierung dann eine schrittweise Reduktion zuerst auf deren sechs, und zuletzt auf die hier beschriebene. Dass dies in einem Gebiet, dessen Ausdehnung fast 30 000 km<sup>2</sup> beträgt und dessen Verkehrswege nur in den seltensten Fällen vom Wetter unbeeinflusst sind, einige Probleme stellt, dürfte jedermann einleuchten.

Natürlich nimmt man bei einer solchen Studie gern die Dienste des Computers in Anspruch; aber schlussendlich zeigt es sich doch immer wieder, dass der gesunde Menschenverstand viele Kalkulationen ersetzt.

Bild 12 Programm für die Projektverwirklichung.



## 6. Zusammenfassung

Wenn einmal der Euphrat ausgebaut ist, so wird sich seine Wasserführung merklich ausgleichen. Die alljährlichen Hochwasser von nahezu 3000 m<sup>3</sup>/sec werden verschwinden und mit Ausnahme von extremen Regenperioden werden die Maxima im Euphrat auf rund 1200 m<sup>3</sup>/sec absinken und somit kaum mehr den doppelten mittleren Abfluss erreichen.

Die landwirtschaftliche Produktion wird von 1 Mio. t im Jahr auf den siebenfachen Ertrag anwachsen — dies allerdings erst nach Ablauf mehrerer Jahrzehnte.

Natürlich sind gewaltige finanzielle Aufwendungen mit einer solchen Entwicklung verbunden. So rechnet man mit Investitionen von rund 3 Mrd. Schweizer Franken für die Kraftwerke und 6 Mrd. Schweizer Franken für die Bewässerungsanlagen.

Wird sich dieser Aufwand lohnen? Dazu müssen zwei Bedingungen erfüllt sein, die menschliche und die wirtschaftliche. Die letztere ist leicht zu beziffern. Man kann auf Grund der heutigen Preisbasis berechnen, dass die jährlichen Einnahmen sich nach dem Endausbau wie folgt zusammensetzen:

Energie (13 Mrd. kWh)	400 Mio. Fr.
Landwirtschaft	3000 Mio. Fr.
Total	3400 Mio. Fr.

Diese Summe entspräche rund 40 % der Investition und müsste als äusserst hoch angesehen werden. Allerdings wird sie erst in 75 Jahren erreicht.

Und wie sieht es mit der menschlichen Seite aus? Ohne eine umfassende Landreform wird die Türkei weder die dort lebende, zum Teil kurdische Bevölkerung zu Mehrleistungen ermuntern, noch jene komplexe Entwicklung der gesamten wirtschaftlichen und sozialen Infrastruktur in die Wege leiten können, ohne die eine moderne, auf Bewässerung gestützte Landwirtschaft nicht möglich ist. Die schrittweise Beseitigung der jetzigen primitiven Lebensbedingungen, der Armut und Rückständigkeit bei absolut feudalen Besitzverhältnissen, ist mit technisch-wirtschaftlichen Massnahmen allein nicht zu erreichen.

Aber die türkische Regierung weiss um das Problem. Und man darf das Vertrauen haben, dass sie den mannigfaltigen Fragen auf den Leib rücken wird.

Sicher ist, dass mit der Energieproduktion ein Anfang gemacht werden muss, denn die Elektrizität lässt sich natürlich im ganzen Land absetzen. Und dazu eignet sich das Kraftwerk Karakaya besonders gut.

Adresse des Verfassers:  
Dr. B. Gilg, dipl. Ing.  
Elektro-Watt Ingenieurunternehmung AG  
8000 Zürich

Bildernachweis: Bilder 1 bis 12  
Archiv Elektro-Watt Ingenieur-Unternehmung AG, Zürich

# MITTEILUNGEN VERSCHIEDENER ART

## WASSERRECHT

### Das Eigentum an den Quellen auf Alp Cleuson (Aus dem Bundesgericht)

Im Zuge der Nutzbarmachung der Wasserkräfte für die Grande Dixence gewährte die Gemeinde Nendaz im Jahre 1945 der «Energie de l'Ouest-Suisse S.A.» (EOS) eine auf achtzig Jahre bemessene Konzession, um die Gewässer des Oberlaufes der Printze und ihrer Zuflüsse zu nutzen. Die Gemeinde erhielt dafür eine einmalige Zahlung von 50 000 Franken und überdies eine jährliche Konzessionsgebühr.

Die Alpgenossenschaft Cleuson ihrerseits verkaufte im Jahre 1951 der EOS einen Teil ihrer Alp, auf deren Boden hinter der Staumauer der gleichnamige Stausee entstand. Von dort gelangt das Wasser durch einen vier Kilometer langen Zulaufstollen in das Val des Dix und den dort befindlichen Stauraum der Grande Dixence.

Im Jahre 1965 belangte die Alpgenossenschaft die Gemeinde Nendaz auf Entrichtung einer jährlichen Leistung von 1536 Franken als Entgelt für die der EOS eingeräumte Nutzung des Flusslaufes der oberen Printze. Die Genossenschaft bezeichnete sich als Eigentümerin der Quellen von la Zallaz, die in 2330 m Höhe auf einer Breite von 40 Metern an zehn Stellen dem Boden entspringen und sofort einen Bach bilden, der je nach Jahreszeit zwischen 60 und 3400 Minutenliter aufweist. 20 Meter nach dem Ursprung wird dem Bach Wasser für das Wehr-

haus der Staumauer Cleuson entnommen. Auf 2190 m Höhe wird der Bach erneut gefasst und dem Stausee direkt zugeführt.

Ausserdem beanspruchte die Alpgenossenschaft das Eigentum am Wasser, das aus ihrem Boden unterirdisch in den Zulaufstollen zur Grande Dixence abfließt. Es handelt sich dabei um einen Drittel der jährlich auf rund 790 000 m<sup>3</sup> geschätzten Abflussmenge. Die Gemeinde Nendaz bestritt jede Leistungspflicht. Da das Kantonsgericht Wallis die Klage der Alpgenossenschaft abwies, erklärte letztere die Berufung an das Bundesgericht, wobei sie den Antrag auf Feststellung ihres Eigentums an den Quellen wiederholte.

Die II. Zivilabteilung hatte von Art. 704 des Schweizerischen Zivilgesetzbuches auszugehen. Danach sind Quellen Bestandteile der Grundstücke und können nur gleichzeitig mit dem Boden, dem sie entspringen, zu Eigentum erworben werden (Absatz 1). Das Grundwasser ist den Quellen gleichgestellt (Absatz 3). Da zugunsten von Quellen, die sofort als Bach oder Fluss entspringen, im ZGB keinerlei Vorbehalt besteht, nahm das Bundesgericht in einem bedeutsamen Entscheid vom 15. März 1917 (BGE 43,II,158) an, dass auch in diesem Falle die Quelle dem Grundeigentümer gehöre. Es handelte sich damals um einen Luzerner Fall, in welchem eine Quelle mit 600 Minutenliter im Keller eines Privathauses entspringt; das Eigentum an ihr wurde dem Hauseigentümer zugesprochen.