

DIE GEOLOGISCHEN UND HYDROGEOLOGISCHEN VERHÄLTNISSE DES GEBIETES FANARION BEIM FLUSS GALLIKOS (GRIECHENLAND)

2. FANAPION SPERRE

Von

JOHANN K. MELENTIS

Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Thessaloniki

(Received 5.4.1973)

Zusammenfassung: *In vorliegender Arbeit wird das Abflussbecken (140 km²) des Fanarionsperre (Gallikosflusses) untersucht.*

Bei einer angenommenen Sperrenhöhe von 20 m nimmt das Zuflussbeckens eine Fläche von 0,8 km². Das Aufnahmevermögen des Zuflussbeckens wird auf 10.400.000 m³ errechnet. Die reibungslose Bewässerungskapazität wird mit 52 km² angegeben.

Summary : *In this study we examine the subjects : Geology, Geomorphology, Tectonic Structure as well as Hydrogeology of the outflow basin of the torrent Fanarion (a tributary of the Gallikos River) with the purpose of researching the possibility of erecting a dam encompassing an artificial lake.*

We arrive at the foregone conclusion that our research is strategically powerful in that by erecting such a dam of 20 metres the tonnage capacity of the water tank (artificial lake) will be 10.400.000 m³.

The above quantity of water is sufficient for the irrigation of a 52 km² area.

EINLEITUNG

Wie in vorangegangener Arbeit über die Kritheasperre gesagt, eignet sich das Gebiet des Gallikosflusses wegen seiner geo - morphologischen Verhältnisse zur Errichtung einiger Sperren. Durch besagte Sperren können künstliche Seen gebildet werden, die die Bewässerung grosser Flächen erlauben.

Als eine für die Sperre geeignete Stelle wird jene angenommen, die sich zwischen den Ortschaften Trigonon Miloi, Fanarion und Lipsidrion befindet. In vorliegender Arbeit werden die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse für die in Frage kommende Sperre untersucht.

I. GEOMORPHOLOGIE DES ABFLUSS - UND ZUFLUSSBECKENS

Das Abflussbecken des Fanarionwildflusses, der der Hauptwild-

fluss des Gallikosflusses ist, besteht aus einer Fläche von 140 km². Es handelt sich um ein Verwitterungsbecken, das durch zahlreiche, sekundäre Wildflüsschen und Tälchen, die durch Regenwasser verursacht wurden, durchsetzt ist.

Die tiefsten Punkte des Abflussbeckens liegen in einer Höhe von 140 m über NN, während die höchsten eine Höhe von 900 m erreichen. Gemäss den oben angeführten Daten liegt das Abflussbecken in einer mittleren Höhe von 520 m.

Das Abflussbecken der Fanarionsperre baut sich aus folgenden Gesteinstypen auf: aus dem metamorphen System der Axioszone, das aus Phylliten, Glimmerschiefern, Chloritschiefern, Gneisen, kristallinen Kalken und aus kleinen Granitvorkommen besteht.

Aufgrund der Anwitterung dieser Gesteine und durch Transport und Verfrachtung des Materials derselben an tiefere Stellen werden Wildflussablagerungen von genügender Mächtigkeit gebildet, die aus Geröllen, Schottern, Sanden und Tonen bestehen.

Morphologisch teilt sich das Abflussbecken in zwei Lagen: in den NNO Teil, wo die Schiefer vorherrschen und ein intensives Relief bilden, und in den SSW Teil, wo phyllitische Gesteine und Kalke mit milderem Relief und flacher Lagerung vorherrschen.

Das Zuflussbecken besteht aus einer Fläche von 0,8 km²; es beschränkt sich auf die Isohypsen zwischen 140 und 160 m. Morphologisch besteht das genannte Becken aus einem Zentralteil der eine Fläche von ca 0,6 km². Der Zentralteil des Zuflussbeckens entwickelt sich zwischen den Isohypsen von 140 und 155 m. Ausser dem Zentralteil besteht das Zuflussbecken aus einigen sich längs erstreckenden Teilen von sekundärer Bedeutung. Dasselbe gilt für das Innere der Seitentäler des Sperrengebietes.

II. GEOLOGISCHE GLIEDERUNG UND GESTEINSAUFBAU DER VORERWÄHNTEN BECKEN

Das Gebiet der Sperrenlage und ihre weitere Umgebung, in der wir das Abfluss- und Zuflussbecken finden, baut sich geologisch und petrographisch aus folgenden Einheiten auf: Im Abflussbecken unterscheiden wir hauptsächlich zwei metamorphe Serien, die auch bei der Arbeit «Kritheasperre» beobachtet und detaillierter beschrieben sind. Das gleiche geologisch - petrologische Bild bietet sich auch bei dem Abflussbecken der Fanarionsperre. Auch hier unterscheiden wir zwei

metamorphe Serien, die sich durch den Grad ihrer Metamorphose scharf trennen lassen.

Die Serie (I) baut sich aus meso- bis katazonalen Gesteinstypen auf, die im Detail aus Gneisen, Amphibolitgneisen, Glimmerschiefern und aus verschiedenen anderen epigenetisch entstandenen Apophysen des metamorphen Grundgebirges bestehen. In derselben Serie findet man noch manche Granitintrusionen, die allerdings eine unwesentliche Rolle für oder gegen die hydrogeologischen Verhältnisse des Abflussbeckens spielen.

Manche Teile des Abflussbeckens enthalten noch Gesteine der Serie (II), die einen geringeren Metamorphosegrad aufweisen. Diese Gesteine bestehen aus Phylliten, hornsteinisierten Phylliten und aus anderen Gesteinsarten die eine schwache epizonale Metamorphose erlitten haben.

Das Zuflussbecken der Fanarionsperre baut sich gänzlich aus schwachen anchimetamorphen Gesteinen auf, die ein anderes Bild als jene der Kritheasperre zeigen. Hier beobachtet man eine Wechsellagerung von phyllitischen und karbonatischen Gesteinen, die zusammengefaltet und teilweise zusammengebrochen sind. Auf den ersten Blick hin könnte man meinen, dass das ganze Gebiet von karbonatischen Gesteinen bedeckt wäre. Dies trifft zu, weil die wenig beständigeren Phyllitlager leicht verwittert und abgetragen werden und an ihren Stellen die härteren Karbonate als Decken verbleiben. Diese Herausmodellierung der karbonatischen Gesteine gibt uns nun dieses irrige Bild der Kalkvorherrschaft.

Die Mächtigkeit der Phyllite und Kalke schwankt zwischen 2 und 20 m. Sowohl im nordwestlichen als auch im südwestlichen Teil herrschen die Kalke vor, deren Mächtigkeit bis zu 90 m ansteigt (siehe geol. Kart. 1 : 5000, 1 : 20.000). Ostlich ist das Vorherrschen von Phylliten und hornsteinisierten Phylliten zu beobachten.

Die hornsteinisierten Phyllite enthalten einige Vulkaniteinschaltungen, die im Detail noch nicht untersucht worden sind. Dass bei der Oswaldkarte von Phyllitgesteinen und bei der Kockelkarte von vulkanosedimentären Gesteinen gesprochen wird, darauf können wir hier nicht näher eingehen. Die Wechsellagerung von Phylliten und Kalken spricht hier natürlich dafür dass eine syngenetische Bildung beider Gesteine möglich zu sein scheint.

Das Wechseln von unwesentlichen Mächtigkeiten zwischen beiden Gesteinen, eine Unruhe im damaligen Sedimentationsraum, in dem vertikale Bewegungen epirogenetischer Art in Verbindung mit orogenetischen stattgefunden haben ist anzunehmen. Man vermutet, dass

mächtigeren Kalksteinen ein tieferes Sedimentsbecken darstellen, das allmählich zu einem, noch tieferen überging und in dem sich die Phyllite abgelagert haben. Unwesentlichere Kalkmächtigkeiten bedeuten seichtere Ablagerungsküstenbereiche, in denen der Festlandeinfluss bemerkbar wird.

GEOLOGISCHE UEBERSICHTSKARTE
DES SPERRENLAGEGEBIETES
VON FANARION
Maßstab 1:20 000



LEGENDE

	Terrassen und Flußschotter	ALLUVIUM
	Kristalline Kalke	} Zusammengefaltet } JUNG PALÄOZOIKUM
	Phyllitserie	
	Hornsteinisiertes Phyllitsystem	
	Dislokationen	
	Gesteingrenze	
	Schichtstreichen und-Einfallen	
	Sperrenlage	

In allen Fällen muss hier angenommen werden, dass sich hier ein unterschiedliches geologisches Bild bietet, das bei der Kritheasperre nicht festgestellt ist. Der eben genannte Unterschied zwischen den

beiden untersuchten Sperrengebieten, d.h. von Krithea und Fanarion, äussert sich einerseits im petrofaziellen und andererseits im tektonofaziellen Charakter. Das Gebiet von Krithea zeigt einen ruhigen Sedimentationsraum, in dem wir wesentlich grössere Kalkmächtigkeiten haben.

Der Schlingenbau, der in dem eben genannten Gebiet in beiden Gesteinsserien (I, II) zu beobachten ist, fehlt gänzlich im Gebiet der Fanarionsperre. Die Kalke sind bei der Fanarionsperre kristallin, durchbewegt und mit den Phylliten zusammengefaltet. An manchen Stellen der Kalkserie beobachtet man ein NO - SW Streichen mit entsprechendem Einfallen nach SO. Dieses Einfallen kann von den Flügeln eines Sattels oder einer Mulde des gefalteten Bereiches vorgetäuscht sein.

Der südöstliche Teil des Zuflussbeckens baut sich aus hornsteinierten Phylliten auf, die von Vulkanitdecken unbekanntes Alters durchbrochen werden. Die Hornsteinisierung mancher Phyllitstellen kann durch vulkanische SiO_2 - Zufuhr verursacht worden sein. Diese Annahme ist im besagten Bereich mit dem Vulkanismus und der Tektonik der weiteren Umgebung in Zusammenhang zu bringen.

Im wesentlichen Teil des Wildflusses und am östlichen Hang desselben sind Fossilien gefunden worden, die sich nicht leicht bestimmen lassen. Jene Fossilien haben rundliche Formen, deren Grösse zwischen 3 und 10 cm Durchmesser schwankt. Der Form nach erinnern sie an Echinodermen, bei denen undeutlich eine fünfseitige Symmetrie erkennbar ist. Äusserlich beobachtet man zahlreiche Punkte, die teilweise in einer gewissen Regelmässigkeit angeordnet sind und an Bryozoen erinnern. Hier sei gesagt, dass man es da nicht mit echten Fossilien zu tun hat, sondern vielmehr mit Fossilsteinkernen, die heute nicht mehr leicht bestimmbar sind. Diese Fossilien sind in den Kalken zu finden, die mit phyllitischen Gesteinen wechsellagern. An Stellen, wo diese Wechsellagerung aufhört und die Kalke mächtiger und kristalliner werden, sind keine Fossilien mehr zu finden. Diese Gedanken können mit dem Biotopus und den Lebensmöglichkeiten der Tiere im damaligen Sedimentationsraum in Zusammenhang gebracht werden. Dass nur die nicht sehr mächtigen, mit den Phylliten wechselgelagerten Kalke Fossilien enthalten, steht mit ihrem nicht so starren Verhalten bei Orogenesen und Metamorphosen im Zusammenhang.

Die Stelle für die Sperre (siehe geolog. Karte 1 : 5000, u. 1 : 20.000) ist so gewählt worden, dass man mindestens durch das Wechsellagern von Kalken und Phylliten eine Undurchlässigkeit und Festigkeit des

Untergrundes erreicht und somit Probleme von Wasserverlusten vermieden werden.

Im Kritheagebiet haben wir die (11) Serie, die aus Phylliten und Kalken besteht und aufgrund ihres tektonisch - petrofaziellen Charakters zum Jungpaläozoikum zu rechnen ist. Natürlich glaubte man hier, die Kalkserie von der Phyllitserie trennen und die Kalkserie ins Mesozoikum einzustufen zu können. Diese Annahme ist nicht mehr gänzlich haltbar, weil im Fanariongebiet Kalke und Phyllite in Wechsellagerungen auftreten und ohne weiteres auf gleiche Entstehungsbedingungen hinweisen. Wenn man es den Phylliten des weiteren Bereiches ins Jungpaläozoikum einreicht, so hat man auch die wechselgelagerten Kalke und Phyllite der Umgebung der Fanarionsperre ins Jungpaläozoikum einzustufen.

Der Wildfluss von Fanarion, bei dem die Stelle der geplanten Sperre liegt, fließt ungefähr NW - SO - Richtung, die sich mit der allgemeinen Dislokationsrichtung des weiteren Bereiches deckt, d.h. der Wildfluss in einen Bruch auslief.

Auf den beiden Uferseiten des erwähnten Wildflusses findet man Terrassen, die von verschiedenartig zusammengesetzten Geröllen, Sanden und Schotter des näheren und weiteren metamorphen Grundgebirges gebildet sind. Die älteren Terrassen befinden sich links und rechts des Wildflusses an höher gelegenen Stellen desselben, während die jüngeren die Höhe des Wildflusses haben. Ziemlich weit nach Süden, wobei das Gefälle des Bereiches ausgeglichen wird, verschüttet der besagte Wildfluss in genügender Breite das ganze Gebiet.

Ausser den Wildflussablagerungen sind an manchen Stellen der Phyllitserie Verwitterungsdecken zu finden, die autochthoner Entstehung zu sein scheinen. Vereinzelt beobachtet man auch Gehängeschutt und teilweise Gehängebreccie.

III. TEKTONIK UND SEISMİK

a) Tektonik.

Geotektonisch gehört das untersuchte Gebiet zur Axioszone (K. OSSWALD 1931 - MERCIER 1966 - MOLLAT, KOCKEL, WALTHER 1971). Es nimmt an der Bildung des östlichen Flügels der erwähnten Zone teil. Der neuesten Gliederung der Axioszone nach (MERCIER, 1966) reiht es sich in den äusseren Flügel von Päonia ein (Päonische Fazies - Päonische Subzone).

Die grosstektonischen Charakteristika zeichnen sich durch lange

Dislokationen und durch starke Verfaltung des weiteren Raumes aus. Die Brüche zeigen generell eine NNW - SSO - Richtung (Alpidische Orogenese).

Im untersuchten Gebiet ist mit gleicher Richtung (NNW - SSO) eine Bruchzone im Bereich der Taleinengung festgestellt worden; aufgrund des Vorhandenseins von Bewegungsflächen und von Begleitstörungen längs des Tales ist sie leicht lokalisierbar.

Lokal sind weitere zwei Störungszonen östlich der Taleinengung festgestellt worden. Erstere folgt der allgemeinen Richtung mit einer kleinen Abweichung (WNW - OSO) und zeigt eine relativ mächtige Endobreccienbildung. Letztere ist durch eine ca. 5 m mächtige Mylonitzone gekennzeichnet und weist eine N - S Richtung auf.

Die offensichtliche Falten tektonik wurde sowohl im Handstück-als auch im Grossbereich festgestellt. Die Faltung ist durch SO - NW gerichtete Bewegungsbahnen verursacht worden. Gemeinsam für beide Beobachtungsgrössen bleibt die Zusammenfaltung der Wechsellagerung von Kalken und Phylliten. Es dürfte sich um eine syndiagenetische Überprägung handeln, die als die älteste angenommen wird. Später folgten wahrscheinlich andere Bewegungen, die das Gebiet durch Bruchtektonik weiterhin ausprägten und sich in Form von Spaltenfüllungen äussern. Letztlich folgte als jüngste Prägung eine Zerlegung des beobachteten Raumes, die sich in Dislokationen mit der Richtung NNW - SSO zeigt.

Sowohl der tektonische Charakter als auch die sedimentärmeta-morphen Verhältnisse, verglichen mit denen der Kritheagegend, zeigen einen Unterschied, der wegen der kleinen Entfernung beider Bereiche voneinander an Bedeutung gewinnt. Die bei Krithea festgestellte Schlingentektonik, die vertikale Stellung des metamorphen Grundgebirges und die bedeutende Mächtigkeit der Karbonatgesteine fehlt im Gebiet der Fanarionsperre. Demhingegen haben wir hier keinen Schlingenbau, wohl aber eine intensive Falten- und Bruchtektonik und unwesentliche Karbonatmächtigkeiten.

b) Seismik.

Der tektonische Graben von Axios ist durch intensive seismische Tätigkeit gekennzeichnet. Aus Bebenuntersuchungen im zentralen und westlichen Mazedonien wird das Vorhandensein seismischer Epizentren, wie folgt, bestätigt :

a) Auf der Halbinsel Kassandra existieren zwei submarine seismische Herde. Ersterer befindet sich nahe bei Thessaloniki und ist von

mittlerer Intensität. Letzterer wird in der Nähe von Walta lokalisiert und als Herd hoher Intensität charakterisiert.

b) Im Graben von Strymon macht sich intensive seismische Tätigkeit bemerkbar, bewirkt durch das Vorhandensein der seismischen Herde von Serrai, Kawalla und Drama.

c) Nahe dem See Wolwi liegt ein seismischer Herd mittlerer Intensität.

Die untersuchte Gegend ist also dem Einfluss dreier seismischer Epizentren unterworfen : Demjenigen von Thessaloniki, dem von Walta und letztens dem Epizentrum von Wolwi. Wenn wir dazu voraussetzen, dass die seismische Intensität entlang der Dislokationsachse des Grabens von Axios zunimmt, so kommen wir zu dem Schluss, dass der untersuchte Bereich unter dem Einfluss ungünstiger seismischer Verhältnisse steht. Nur die gleichmässige Verteilung der Gesteine des kristallinen Untergrundes mildert diese ungünstigen seismischen Verhältnisse etwas.

IV. HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE

a) *Abflussbecken.*

Die Gesteine, von denen das Abflussbecken bedeckt ist, verhalten sich bei den hydrogeologischen Verhältnissen des besagten Beckens, wie folgt :

Glimmerschiefer (undurchlässige Schichten)

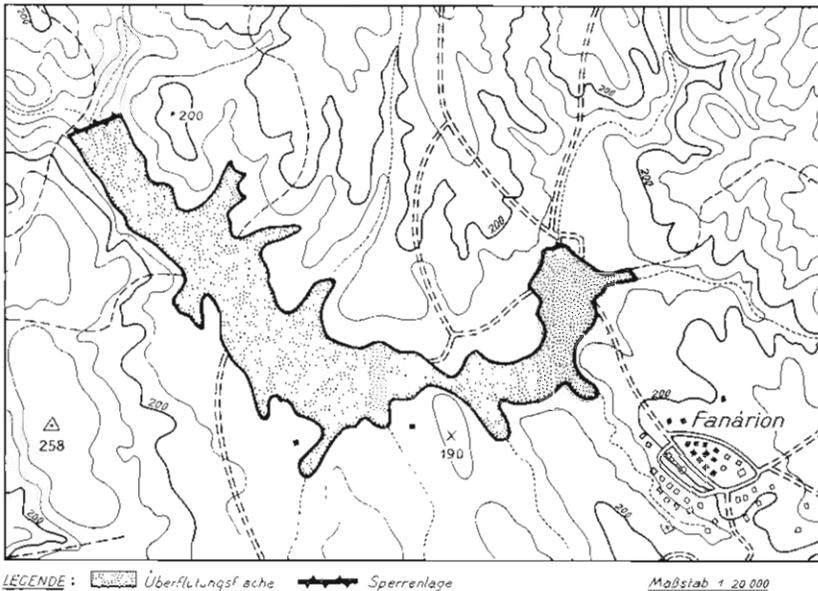
Sie gehören der Kategorie der wasserdichten Gesteine an. Die Klüfte und kleinen Verwerfungen derselben sind sekundär von verwittertem Tonmaterial ausgefüllt. Die oft auftretende Wechsellagerung zwischen Phylliten und kristallinen Kalken trägt mit zunehmender Tiefe zu ihrer Undurchlässigkeit bei. Das Wasserdurchsickern ist innerhalb des verwitterten Phyllitmantels von unwesentlicher Bedeutung. Als unwesentlich kann auch die Durchsickerung des Wassers innerhalb der im Glimmerschiefersystem vorhandenen Quarzgänge angenommen werden, weil sie ja flächenmässig eine unbedeutende Grösse erreichen.

Als Abflusskoeffizient werden im besagten Gebiet etwa 70% der Gesamtniederschläge angenommen. Der Durchlässigkeitskoeffizient ist im Bereich des Abflussbeckens : $K < 10^{-7}$ cm/sec.

Verschüttungen und Wildflussablagerungen (halbdurchlässige bis durchlässige Bildungen).

Wie oben gesagt, bedecken die Verschüttungen und Flussschotter die tieferen Flachlagen des Abflussbeckens. Die autochthonen Decken sind reich an Tonmaterial, weswegen sie auch eine unwesentliche Durchlässigkeit zeigen. Im Gegenteil dazu sind die Flussschotter fast ganz durchlässig.

TOPOGRAPHISCHE SKIZZE
DES STAUBEREICHES MIT ANGABE
DER ÜBERFLUTUNGSFLÄCHE



Abflusskoeffizient : 20% der Niederschläge (Regenwasser)

Durchlässigkeitskoeffizient : 10^{-2} - 10^{-4} cm/sec.

Granite : (undurchlässige Gesteinskörper).

Sie besitzen eine kleine Ausdehnung mit einem Abflusskoeffizienten von 70% der Niederschläge (Regenwasser).

b) Zuflussbecken.

Das Zuflussbecken der Fanarionsperre wird NW des Dorfes Phanarion und unterhalb der Vertiefung des Wildflusses von beiden Seiten lokalisiert. Für eine Sperrengründungshöhe von 20 Metern wird die

Grenze des Zuflussbeckens mit der Isohypse von 160 m ausgeglichen. Das Überflutungsgebiet bildet, wie es der Karte hervorgeht, ein durch die Verwitterung verursachtes Becken, das sich in den Seitentälern des Gebietes durchsetzt, in denen unbedeutende Wildflüsschen fließen.

Die am Aufbau des Zuflussbeckens teilnehmenden Gesteine sind folgende: Glimmerschiefer, Phyllite, kristalline Kalke, Wildflussablagerungen und Verschüttungen von verschiedener Mächtigkeit. Von diesen Gesteinen sind die Glimmerschiefer und die Phyllite wasserdicht. Im Gegenteil dazu sind die Kalke wegen vorhandener Klüftungs- und Verwerfungssysteme wasserdurchlässig. In dem untersuchten Gebiet treten die Kalke mit den Phylliten in zusammengefalteten Wechselagerungen auf, weswegen die Wasserdichtungsverhältnisse des Zuflussbeckens nicht beeinflusst werden.

Die Verschüttungen und Wildflussablagerungen, die hauptsächlich aus Sanden, Tonen und Geröllen bestehen, nehmen innerhalb des Zuflussbeckens eine grosse Fläche ein. In der westlichen Hälfte des Zuflussbeckens beobachtet man parallel zu seiner südöstlichen Basis eine Verwerfung mit Richtung O - W. Diese Verwerfung wurde nachträglich von tonigem Material ausgefüllt, das aus den Phylliten und Glimmerschiefern der südlich vom Becken liegenden Hügel stammt. Deswegen ist sie ein günstiger Faktor für die Verdichtungsverhältnisse des Zuflussbeckens.

Im allgemeinen haben wir im Zuflussbecken günstige Wasserverdichtungsverhältnisse mit dem Durchlässigkeitskoeffizienten $K < 10^{-7}$ cm/sec.

Es ist hier hervorzuheben, dass nach der Überflutung des Zuflussbeckens mit Wasser an manchen Stellen Rutschungen stattfinden werden, aber sie werden für das Gesamtzuflussbecken von beschränktem Ausmasse sein.

V. DIE SPERRENZONE

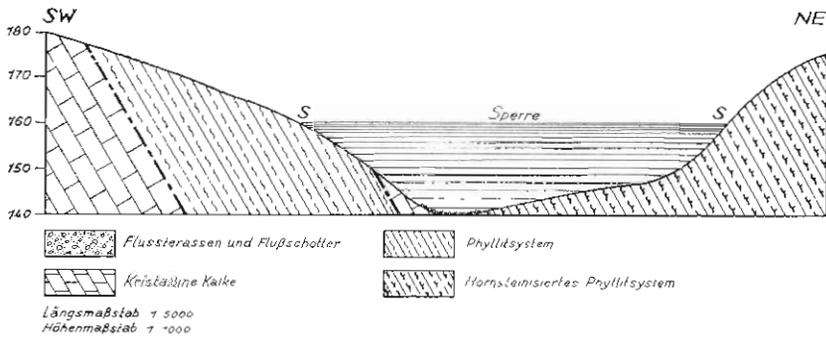
Lage :

Die Lage der Sperre wird mit genügender Deutlichkeit auf der Karte 1 : 5000 angegeben. Die Sperranlage ist günstig für den Bau einer 20 m hohen Sperre mit einer Kronenlänge von 475 m, die in der Isohypse von 160 m liegt. Es könnte eine Sperre von 30 m Höhe und 675 Kronenlänge errichtet werden, aber die Kronenzone würde dann die Isohypse von 170 m erreichen. Ausserdem wäre dies eine rein ökonomisch-technische Angelegenheit.

Geologische Verhältnisse

In beiden Hängen ist phyllitisches Gestein anzutreffen, das ideale Bedingungen für die Errichtung und die Wasserdichte der Sperre bietet. Auf beiden Seiten des Wildflussbettes sind Wildflussschotter abgelagert, die die Sperrengründung durchaus nicht beeinflussen.

PROFIL ZUR GEOLOGISCHEN KARTE DES ZUFLUSSBECKENS
VON DER FANARIONSPERRE



Sperrengründung

Die Sperre wird auf gesundem phyllitischem Gestein aufgebaut. An manchen Stellen werden die Schotter des Wildflusses und die Verwitterungsdecken des Phyllits beseitigt.

Sperrenart.

Gemäss den geologischen Verhältnissen können hier zwei Sperrenarten zur Gründung vorgeschlagen werden :

- a) Schwergewichtssperre, weil die Schiefer hohe statische Belastungen aufnehmen können.
- b) Erddamm, weil der tonige Bau des Untergrundes als auch der Kern der Sperre einen solchen begünstigen.

Die Auswahl einer von beiden Sperrenarten ist ein rein ökonomisch-technisches Problem, obwohl der Bau eines Erddammes vorzuziehen sein würde.

Baumaterialien

Für den Bau jeder Sperrenart ist im untersuchten Gebiet der Fanarionsperre genügend Baumaterial vorhanden. Die südwestlich von

der Sperre vorkommenden Kalke sind für die Steinmauer und für verschiedene Betonkonstruktionen gut geeignet. Die Tonmaterialien der Verwitterungsdecke der Schiefergesteine sind für den Erddambau geeignet. Voraussetzung dafür wäre eine bodenmechanische Untersuchung der eben erwähnten Baumaterialien.

VI. UNTERSUCHUNGSARBEITEN (VORSCHLÄGE)

Die unten in Vorschlag gebrachten Untersuchungsbohrungen müssten vorgenommen werden, um Daten über die stratigraphisch-tektonischen und hydrogeologischen Verhältnisse des Zuflussbeckens sowie die Impermeabilitäts- und Gründungsverhältnisse der Sperre zu erhalten. Die Abteufungsstellen der Untersuchungsbohrungen sind auf der beiliegenden geologischen Karte 1 : 5000 eingetragen (Zuflussbecken).

Die Anzahl der Bohrungen und ihre vorgeschlagene Tiefe sowie die Anzahl der Wasserpumpversuche und der Abnahme ungestörter Proben kann bei der Durchführung der Untersuchungsarbeiten möglicherweise schwanken.

a. Untersuchungsbohrungen Nr. 1, 2 und 3 werden durchgeführt zu dem Zweck durchgeführt, tum Daten über die Mächtigkeit der Verwitterungsdecke, die Situation im phyllitischen Horizont und das Vorhandensein, oder nicht, von Kalklagen und Einschaltungen zu ermitteln.

Mittlere Teufe : 40 m

Wasserpumpversuche : je 5 m, bis 10 atü.

b. Untersuchungsbohrungen Nr. 4, 5, 6 und 7 : Zur Begründung ihrer Durchführung wird die Notwendigkeit der Feststellung der Mächtigkeit der Wildflussablagerungen und der Situation des Unterbaues angegeben.

Mittlere Teufe : 30 m

Wasserpumpversuche : je 3 m bis 10 atü.

c) Untersuchungsbohrung Nr. 8 wird durchgeführt zur Ermittlung der Kalkmächtigkeit und der Situation im phyllitischen Unterbau.

Mittlere Teufe : 40 m

Wasserpumpversuche : je 3 m, bis 10 atü.

VII. WASSERAUFNAHMEVERMÖGEN, WASSERRESERVEN, WASSERWIRTSCHAFT

a. *Wasseraufnahmevermögen* : Bei einer angenommenen Sperrhöhe von 20 m nimmt das Zuflussbecken eine Fläche von 0,8 km² ein. Wenn die mittlere Tiefe des Zuflussbeckens, wie aus unseren Berechnungen hervorgeht, 13 m ist, dann beträgt das Volumen des auf diese Weise in dem künstlichen See anzusammelnden Wassers 10.400.000 m³.

b. *Wasserreserven* : Die mittlere jährliche Niederschlagsmenge beträgt im untersuchten Bereich 400 mm (MARIOLOPOULOS, 1936, pag. 80a, Tafel). Die Fläche, die das Abflussbecken aufnimmt, wird auf 140 km² berechnet. Die gesamte atmosphärische Niederschlagsmenge, die diese Fläche jährlich aufnimmt, beträgt 56.000.000 m³. Aus dieser kehren 60% durch Verdunstung in die Atmosphäre zurück. Wegen der unwesentlichen Permeabilität des Untergrundes des Abflussbeckens wird die auf diese Weise verlorengende Wassermenge als gering geschätzt. Ausserdem wird aufgrund der hydrogeologischen Autonomie des Beckens die einsickernde Wassermenge nicht verlorengehen, sondern sie bleibt effektiv im Becken als Porenraumwasser. Demnach wird die durch das Zuflussbecken jährlich fliessende Wassermenge auf 22.400.000 m³ errechnet. Diese Menge ist doppelt sogross wie das Wasseraufnahmevermögen des Zuflussbeckens bei einer angenommenen Sperrhöhe von 20 m. So muss man bei der Vorplanung der Sperre für die Lösung der reibungslosen Abkanalisation (Überflutungsanlage) Vorsorge vortreffen. Wir haben schon über eine Lösung durch Erhöhung der Sperre Gedanken zum Ausdruck gebracht, insofern dies auch die herrschenden geologischen Verhältnisse erlauben.

c. *Wasserwirtschaft* : Es ist errechnet worden, dass die pro 1000 m² notwendige Wassermenge zur Bewässerung während der Trockenzeit im Durchschnitt 200 m³ beträgt. Das Stauwasser der Sperre von Fanarion reicht also zur Bewässerung von 52 km² Kulturerde aus.

TAFEL

Abflussbecken

Fläche	140 km ²
Mittl. jährl. Niederschlagshöhe	400 mm
Gesamtmenge der Niederschläge (jährlich)	56.000.000 m ³
Verdunstung	33.600.000 m ³
Stauwassermenge (jährlich)	22.400.000 m ³

Zuflussbecken

Fläche	0,8 km ²
Sperrenhöhe	20 m
Mittlere Beckentiefe	13 m
Volumen	10.200.000 m ³
Bewässerbare Kulturfläche	52 km ²

VIII. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Aus Vorerwähntem ergeben sich folgende Schlussfolgerungen technischer Natur :

1) Das Abflussbecken besteht zum grössten Teil aus undurchlässigen petrologischen Bildungen.

2) Die Verwitterungsprodukte sind im allgemeinen von toniger Zusammensetzung.

3) Der untersuchte Bereich wird vom Beben mittlerer Intensität betroffen.

4) Das Zuflussbecken wird hauptsächlich von phyllitischen Gestein eingenommen und besitzt einen günstigen Durchlässigkeitskoeffizienten ($K < 10^{-7}$).

5) Die Impermeabilität des Zuflussbeckens wird von den überlagernden wasserdurchlässigen Bildungen nicht beeinflusst.

6) Es kann sowohl eine Schwergewichtssperre als auch ein Erddamm gewählt werden.

7) In der Umgebung der Sperrengründung findet man Baumaterialien in genügenden Mengen.

8) Es werden 8 Untersuchungsbohrungen vorgeschlagen.

9) Das Aufnahmevermögen des Zuflussbeckens wird auf 10.400.000 m³ errechnet und zwar für eine Sperrenhöhe von 20 m. Die Jährlich einfließende Gesamtmenge beträgt 22.400.000 m³.

10) Die reibungslose Bewässerungskapazität wird mit 52 km² angegeben.

L I T E R A T U R

- KOCKEL, F. - MOLLAT, H. - WALTHER, H. : Geologische Übersichtskarte der Halbinsel Chalkidiki und angrenzender Gebiete (Griechisch - Mazedonien) 1 : 300.000, 1971.
- ΜΑΡΙΟΔΟΠΟΥΛΟΣ, Η.: 'Η διανομή τῶν μετεωρολογικῶν στοιχείων ἐν Ἑλλάδι. Ἑπίγραμμα τοῦ Ἐθν. Ἀστ. Ἀθ. ΙΙ, Ἄρ. 1, 1936.
- MELENTIS, J. : Die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse des Gebietes Krithea beim Fluss Gallikos (Griechenland). Bull. of the Geol. Soc. of Greece (Vol. Georgalas), 1972.
- MERCIER, J. : Zone pélagonienne et zone du Vardar en Macédoine Grecque. Bull. Soc. Géol. France, (7) 2, Paris, 1960.
- MERCIER, J. : Carte Géologique de la Macedoine Centrale, 1 : 100.000, 1965.
- OSSWALD, K. : Geologische Übersichtskarte von griechisch - Mazedonien. Massstab 1 : 300.000, 1931.
- OSSWALD, K. : Geologische Geschichte von Griechisch - Nordmakedonien Denkschr. geol. Landesanstalt von Griechenland, N 3, 2 geol. Karten, 1 tekton. Karte, Athen, 1938.
- ΣΑΠΟΥΝΤΖΗΣ, Η.: Πετρογραφία καὶ γεωλογικὴ τοποθέτησις τῶν πρασίνων γνευσίων τῆς Θεσσαλονίκης. Διατριβὴ ἐπὶ διδακτορίᾳ Φ.Μ.Σ. Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, Ἐπετηρὶς, 1969.
- ΣΟΛΔΑΤΟΣ, Κ. : Οἱ ἠφαιστίται τῆς Ἀλμωπίας. Διατριβὴ ἐπὶ διδακτορίᾳ. Θεσσαλονίκη 1955. (SOLDATOS, K. Die Vulkanite von Almopia. Diss. Univ. Thessaloniki, 1955).

ΓΕΩΛΟΓΙΚΑΙ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑΙ ΣΥΝΘΗΚΑΙ
ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΦΑΝΑΡΙΟΥ ΠΑΡΑ ΤΟΝ ΓΑΛΛΙΚΟΝ ΠΟΤΑΜΟΝ
2. ΦΡΑΓΜΑ ΦΑΝΑΡΙΟΥ

Ἵπὸ

ΙΩΑΝΝΟΥ Κ. ΜΕΛΕΝΤΗ

*Ἐργαστήριον Γεωλογίας καὶ Παλαιοντολογίας τοῦ Ἀριστοτελείου
Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης*

Π Ε Ρ Ι Λ Η Ψ Ι Σ

Εἰς τὴν παροῦσαν μελέτην ἐξετάζεται ἡ γεωλογία, γεωμορφολογία, ἡ τεκτονική, ὡς καὶ ἡ ὑδρογεωλογία τῆς λεκάνης ἀπορροῆς τοῦ χειμάρρου Φαναρίου (Μεγάλος ποταμὸς) παραποτάμου τοῦ Γαλλικοῦ ποταμοῦ, μὲ σκοπὸν τὴν διερεύνησιν τῶν δυνατοτήτων ἀνεγέρσεως φράγματος πρὸς δημιουργίαν τεχνητῆς λίμνης.

Ὡς συμπέρασμα τῆς ἐρένης ταύτης ἐξάγεται ὅτι εἶναι δυνατὴ, διὰ τῆς ἀνεγέρσεως φράγματος ὕψους 20 m, ἡ δημιουργία ὑδαταποθήκης χωρητικότητος 10.400.000 m³ ὕδατος, ποσότης ἡ ὅποια ἐπαρκεῖ διὰ τὴν ἄρδευσιν ἐκτάσεως 52 km².

Auf den Tafeln (I) und (II) sind die Geologisch - Petrologischen und Tektonischen Verhältnisse des Untersuchten Sperrengebietes von Fanarion Skizziert.

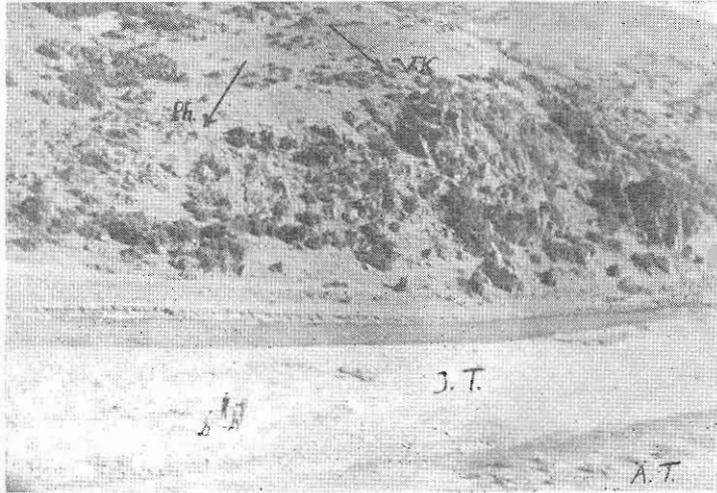


Abb. 1

Die Abbildung (1) zeigt die Gesteinsunterschiede und die dadurch nach der Verwitterung hervorgegangenen Geländeformen auf der westlichen Seite des Fanarionwildflusses. Bitumenöse Kalke (VK) herausmodelliert. Phyllitserie (Ph) weich und talbildend. Der Wildfluss hat seine Fließrichtung nach Westen verlegt und nach Osten bildete er die älteren Flussterrassen (ÄT).

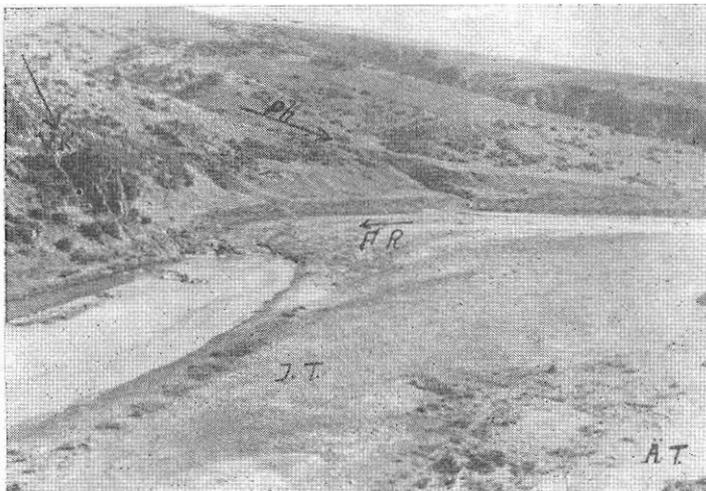


Abb. 2

Auf dem Bild der Abb. (2) sieht man ähnliche geologische Verhältnisse, wie es bei Abb. (1) der Fall ist. Die Flussrichtung (F. R.) ist mit einem Pfeil angegeben. Der Fluss staut sich auf der linken Seite (Verwitterungsunterschiede des Flussbettes). Die Phyllitstellen (Ph) erscheinen stark verebnet. Ältere (Ä. T.) und jüngere (J. T.) Terrassen sind deutlich erkennbar.

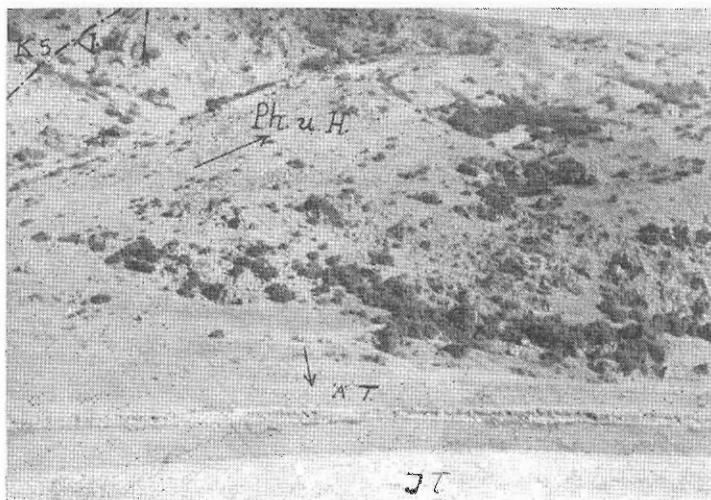


Abb. 3

Das Bild der Abb. (3) zeigt genau die nordwestliche Seite (Ph.n.H.) der Gründungsstelle der Sperre. Die andere Seite ist auf dem Bild nicht zu sehen. Die Sperrenlage besteht aus hornsteinisierten Phylliten (Ph.u.H.). Ziemlich links im Bilde sieht man die Kalkserie (K.S.), die von der Phyllitserie durch eine Verwerfung (V) getrennt wird. Der Fluss schneidet an älteren Flussterrassen (Ä.T.) und bildet jüngere nach Südosten (J.T.) hin.



Abb. 4

Übersichtsaufnahme im Bereich der Fanarionsperre. Man sieht deutlich die Flusschotter (F.S.) in der Mitte des Wildflusses, wo des Gelände ziemlich aufsteigt und ein Pseudodelta bildet. Der Wildfluss fließt links und rechts vom Phyllit- und Kalkrand. (Ph) Phyllite. (KS) Kalkserie.