

Die Hydrogeologie der Kykladeninsel Amorgos

Von VIKTOR MAURIN und JOSEF ZÖTL (Graz)

Mit 2 Tafeln und 20 Textabbildungen

Inhalt

Einleitung

Das Untersuchungsgebiet

1. Lage, Gliederung und Klima
2. Der geologische Aufbau

Die Ergebnisse der hydrogeologischen Aufnahme

1. Die Wasservorkommen der Insel
2. Der physikalisch-chemische Befund

Schlußfolgerungen

Auszug aus dem Quellen- und Brunnenkataster

Literatur

Einleitung

Auch Griechenland hat in den letzten Jahren zweifellos am weltweiten wirtschaftlichen Aufschwung Anteil genommen. Die sichtbare Aufwärtsentwicklung hat jedoch weite, von der Natur besonders benachteiligte Inselbereiche noch nicht erfaßt. Als ein solches Notstandsgebiet sind insbesondere die Kykladen zu bezeichnen, wenn man von einigen bevorzugten Touristenplätzen absieht.

Einen aktiven Beitrag zur Überwindung dieser Stagnation leistet die Vereinigung der Deutsch-Griechischen Gesellschaften mit ihrer „Inselaktion Amorgos“. Als Insel mittlerer Größe wurde Amorgos zum Modellfall einer systematisch aufgebauten Entwicklungshilfe auserseren. Es entspricht einem gut durchdachten Konzept, daß der praktischen Wirtschaftshilfe eine wissenschaftliche Erfassung der natürlichen Gegebenheiten vorangehen soll. Im Zuge dieser

Grundlagenforschung ist der Einsatz von Bodenkundlern, Hydrogeologen, Fachleuten der Land- und Forstwirtschaft sowie Volkswirtschaftlern und Soziologen geplant. Im Rahmen dieser Aktion haben die beiden Berichterstatter die Bearbeitung der Hydrogeologie der Insel übernommen.

Die Aufnahmebegehungen wurden in den Monaten Juli und August 1964 durchgeführt. Sie erstreckten sich über die ganze Insel und hatten die Erfassung der Wasservorräte sowie die Beurteilung der Erschließungsmöglichkeiten zum Ziel. Dazu war zunächst eine Bestandsaufnahme möglichst aller bestehenden Quellen und Brunnen notwendig.

Die Vorbereitung der Arbeit unterstützten in dankenswerter Weise Herr Dr. J. GAITANIDES, der Abgeordnete für die Kykladen, Herr E. A. ANEROUSIS und Herr Diplomlandwirt Dr. B. WEINMANN. Die Untersuchungen auf der Insel selbst standen wie schon unsere früheren Unternehmungen in Griechenland unter der Patronanz des Instituts für Geologie und Untergrundforschung in Athen, wofür wir Herrn Generaldirektor Dipl.-Ing. Dr. K. ZACHOS zu besonderem Dank verpflichtet sind. Wertvolle Hilfe wurde uns weiters durch den Direktor der Meteorologischen Zentralanstalt in Athen, Herrn G. PAPAJIANNAKIS zuteil, der uns die Errichtung zweier meteorologischer Stationen auf Amorgos zusicherte und die Meßdaten der Beobachtungsstellen auf den umliegenden Inseln zur Verfügung stellte.

Nicht zuletzt ist es Frau Despina POLYCHRONI, der wir für ihre großzügige Gastfreundschaft zu danken haben. Die Arbeitsbasis in ihrem gepflegten Haus war eine wesentliche Grundlage für den ge-
dehlichen Verlauf unserer Untersuchungen.

Das Untersuchungsgebiet

1. Lage, Gliederung und Klima

Die südöstlich von Naxos und nordöstlich von Thira (Santorin) gelegene Insel Amorgos ist mit 116,96 km² die sechstgrößte der Kykladen. Die langgezogene Südwest-Nordost-Erstreckung wird durch die Ausmaße der Insel (32 km Länge, 1,8 bis 6 km Breite) unterstrichen. Die Küstenlänge beläuft sich auf 112 km.

Der gesamte Archipel sitzt der Kykladenplatte auf, in der A. PHILIPPSON (1959) den untergetauchten Rest einer spättertiären-altpleistozänen ägäischen Landoberfläche sieht. Die Meeresabrasion kann bei der Entstehung dieser ausgedehnten Plattform, bei der Jugend dieses kleinen Meeres, seiner geringen Brandungswirkung und bei der Vielzahl der Inseln, die sich gegenseitig gegen den

Wellengang schützen, nur eine untergeordnete Rolle gespielt haben. Der heutige westliche und südliche Rand dieses unterseeischen Plateaus ist erst durch spätere Einbrüche der benachbarten Tiefbecken entstanden. Auch die Inseln selbst sind aus ihrer Umgebung tektonisch emporgestiegen, und zwar hat ihre Hebung bereits zur Zeit der miozänen Rumpffläche begonnen. Der endgültige tektonische Niederbruch der Ägäis muß vor allem nach paläontologischen Befunden im Mittel- bis Jungpleistozän erfolgt und beendet worden sein, nachdem die ersten Einbrüche wohl schon im Altquartär begonnen haben (M. PFANNENSTIEL 1960).

Die extrem periphere Lage von Amorgos am Südrand der Kykladenplatte war entscheidend für die Entwicklung der horizontalen Gliederung dieser Insel. Dem nur wenig von der Geraden abweichenden Verlauf der Südküste folgt in geringem Abstand die 100- und die 200-m-Isobathe. Im Osten senkt sich der Meeresboden sogar sehr rasch bis auf über 900 m Tiefe ab (Tafel I). Nur an wenigen Stellen sind dieser Felsküste kleine Flächen mit Kiesstrand oder einzelne Klippen vorgelagert. Wir möchten in diesem jähem Abbruch der Küstenlinie einen Ausdruck der jungen Tektonik dieses Gebietes sehen (Abb. 1).

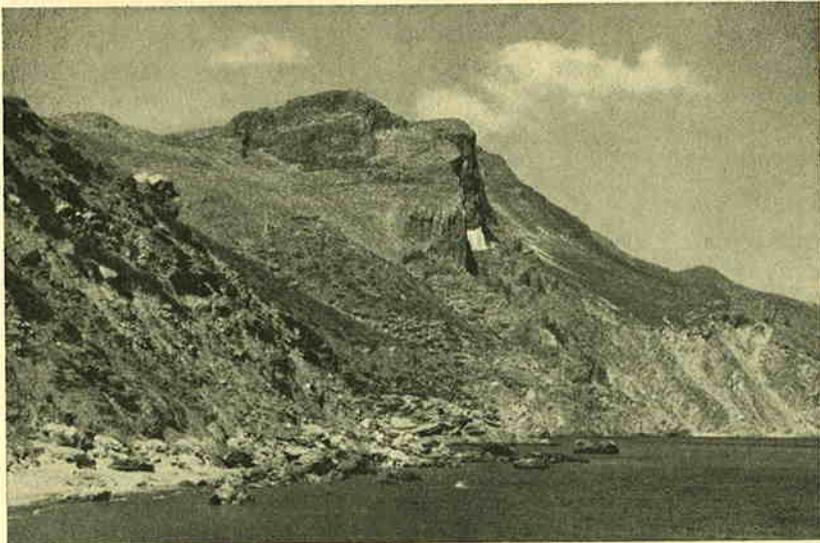


Abb. 1: Die Südküste der Insel Amorgos beim Kloster Chozoviotissa unterhalb des Propheten Ilias. Der steile Abbruch ist ein Ausdruck der jungen Tektonik des Gebietes.

Der Nordküste hingegen ist ein breiterer Schelfstreifen vorge- lagert, der Amorgos im Westen mit Antikaros und Karos verbindet. Dieser viel mäßigeren Abdachung nach Nordwesten entsprechend, konnten sich hier schon frühzeitig kleine Talsysteme entwickeln, die während der eustatischen Meeresspiegelabsenkung und vielleicht auch einer tektonisch bedingten positiven Strandverschiebung bedeutend ausgedehnter waren als die heutigen Resttäler. Die tief in das Land reichenden Buchten von Ägiali, Katapola und Katokampos sowie die auch heute noch fast geschlossene Bucht zwischen der Insel Nikouria und der Hauptinsel sind Relikte dieser Entwicklung. Es ist bezeichnend, daß trotz der das ganze Jahr über vorherrschenden Nordwinde diese stärkere Gliederung von der Meeresabrasion noch nicht nivelliert werden konnte. Man kann daher wohl annehmen, daß die Südküste während der jüngeren geologischen Entwicklung nie eine ähnliche Aufgliederung aufwies und auch die über die ganze Länge der Insel asymmetrisch nach Süden verschobene Wasserscheide seit längerem besteht.

Amorgos wird in seiner Kammlinie von drei mächtigeren Kalk- stöcken überhöht, und zwar im Südwesten vom 607 m hohen Korakas, in der Inselmitte vom Prophis Ilias (698 m) und im Nordosten vom Krikelas mit 821 m; dazwischen ist der Gebirgszug niedriger, das tiefste Joch liegt etwa 300 m über dem Meer.

Unter den Klimabezirken Griechenlands sind die Kykladen durch besondere Trockenheit und lebhafte Winde gekennzeichnet.

Die Winde kommen sowohl im Sommer als auch im Winter vorwiegend von Norden, wobei man früher den sommerlichen Nordwind als den nach Norden verlängerten Passat ansah. Inzwischen haben gerade die Luftdruckverhältnisse und Luftströmungen der Ägäis eine vielseitige Bearbeitung erfahren (E. G. MARIOLOPULOS 1935, H. SCHAMP 1939 und A. PHILIPPSON 1948). Gleichgültig, ob nun die Etesien, die nordsüdliche sommerliche Luftbewegung über der Ägäis, von Ost- oder Nordostwinden des Schwarzen Meeres stammen oder von einer dem Donauraum folgenden West-Ost-Strömung abzweigen, sie sind auf alle Fälle ein Glied des großen Sommermonsuns Asiens. Der winterliche Nordwind kommt von der asiatischen Antizyklone her und biegt erst im Süden der Ägäis zum Zyperischen Minimum nach Osten um. Diese allgemein vorherrschende Windrichtung wird schließlich insbesondere im Winter durch die bestimmten Zugstraßen folgenden Zyklone modifiziert, in deren Gefolge umlaufende Winde, Stürme und Niederschläge auftreten, die das wechselhafte Herbst- und Winterwetter charakterisieren.

Von allen Gebieten Griechenlands ist die mittlere Windstärke

auf den Kykladen am größten, und die Windformen einzelner Bäume sind beredte Zeugen dieser nimmermüden Kraft (Abb. 2).

Auch im Sommer staut sich an den Luvseiten der Gebirge die Luft und kondensiert in den höheren Gebieten nicht selten zu Wolken und dichten Schwaden von Gebirgsnebel. Bei blauem Himmel



Abb. 2: Windformen von Eukalyptusbäumen in Chora.

über der Bucht von Katapola ist auch im Juli und August der Prophet Ilias nicht selten dem Blick entzogen, und erst jenseits des Höhenzuges lösen sich die Wolkenfetzen wieder auf, wobei heftige Böen zur Südküste hinabfallen. Jedoch ist diese Kondensation kaum für Niederschläge ausreichend, auch Tau konnte in dieser Zeit nicht beobachtet werden (Abb. 3).

Was die Niederschläge betrifft, so tritt schon auf der Darstellung der Jahresmittel der Regenhöhen Griechenlands die geringe Niederschlagshöhe der Kykladen deutlich hervor (Abb. 4). Von den von der meteorologischen Zentralanstalt in Athen zur Verfügung gestellten Daten werden in nachstehenden Tabellen (1 bis 3) die Meßergebnisse des letzten Jahrzehnts für die um Amorgos liegenden Stationen Naxos, Thira (Santorin) und Astipalaia wiedergegeben. Sind die Messungen z. T. auch unvollständig bzw. von kurzer geschlossener Reihe, so kommt den 347 mm des zehnjährigen Mittels von Astipalaia und den 311 mm des sechsjährigen Durchschnittes

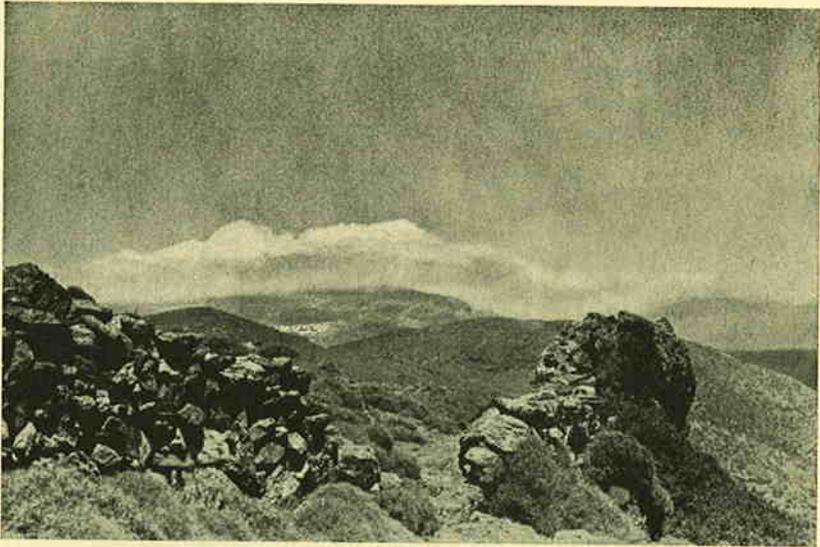


Abb. 3: *Wolkenbildung durch Kondensation über dem Hauptkamm der Insel Amorgos im August 1964. Unter der Wolkenschicht, die den Prohit Ilias verhüllt, im Mittelgrund der Hauptort Chora.*

von Naxos doch eine gewisse Aussagekraft zu (langjähriges Mittel nach A. PHILIPPSON von Naxos 380, von Thira 357 mm). Rechnet man Monate, deren Regenhöhe unter 20 mm liegt, noch als Trockenmonate, so ist mindestens mit einer viermonatigen, manchmal aber mit einer viel längeren Trockenperiode zu rechnen. Es wäre für diesen Raum zweifellos instruktiver, die Niederschlagsreihen nicht nach dem Kalenderjahr, sondern nach dem hydrologischen Jahr zu gliedern, da ja die gesamten Winterniederschläge für die kommende Vegetationsperiode und die Ergänzung des unterirdischen Wasservorrates von Bedeutung sind.

Verschärfend auf die ohnedies dem Wasserangebot ungünstige Trennung von Winterregen und Sommertrockenheit wirkt der Umstand, daß nicht nur starke Schwankungen der monatlichen Niederschlagshöhen verschiedener Jahre, sondern auch starke Schwankungen der gesamten winterlichen Regenmenge auftreten. So stehen sich in der geschlossenen Beobachtungsdekade von Astipalaia (siehe Tabelle 1) Dezemberregen in der Höhe von 7,8 und 143 mm bzw. Jännerregen von 21,4 bis 167 mm gegenüber, und die Schwankungen der jährlichen Regenmengen

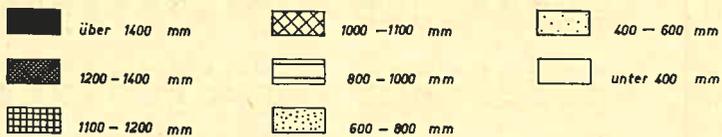
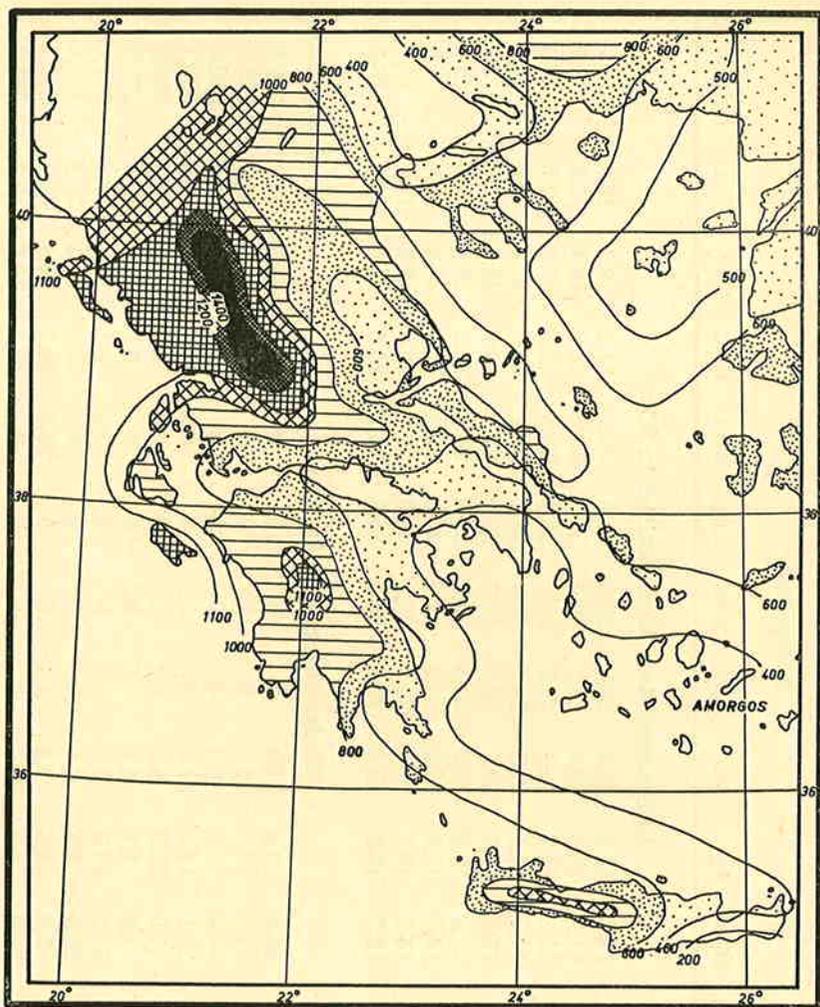


Abb. 4: Karte der Niederschlagshöhen Griechenlands nach dem „Atlas Climatique de la Grèce“.

Tabelle 1

Astypalaia

Jahr	Jän.	Feb.	März	April	Mai	June	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahresmittel
Lufttemperatur: Monatsmittel in °C													
1955	14,6	15,5	14,5	15,6	21,3	24,7	26,6	25,3	23,3	21,8	17,7	15,2	19,7
1956	13,5	12,4	11,7	17,0	20,1	24,1	26,4	26,2	23,0	19,2	16,4	12,3	18,5
1957	11,8	13,5	13,2	15,7	18,7	24,5	25,9	27,2	24,3	21,3	17,2	13,3	18,9
1958	12,3	14,3	14,3	16,1	21,3	24,1	26,3	27,2	22,3	19,6	17,6	15,3	19,2
1959	12,5	9,9	13,5	14,8	20,1	22,8	25,7	26,3	22,1	18,0	16,8	15,2	18,2
1960	13,2	13,2	13,5	16,0	21,0	23,5	25,5	26,8	23,3	22,8	19,4	17,1	19,6
1961	12,8	11,3	14,2	17,6	20,2	24,0	25,4	25,3	22,4	19,6	18,0	14,8	18,8
1962	13,8	11,7	14,9	16,1	21,1	24,3	26,1	26,0	23,7	20,5	19,5	14,7	19,4
1963	13,3	13,8	12,7	16,2	19,4	23,9	26,3	26,8	24,2	20,6	18,0	14,3	19,1

Niederschlagshöhe in mm													Jahressumme
1954	167,0	124,0	56,6	49,5	54,0	0	0	0	0	46,9	67,6	137,2	702,8
1955	71,3	5,5	31,0	28,0	0	0	0	0	0	54,8	36,3	74,1	301,0
1956	21,4	91,1	28,4	3,2	6,8	0	0	0	0	1,0	13,0	15,9	180,8
1957	150,7	2,8	27,1	17,8	54,7	0	0	0	0,3	47,9	24,1	48,3	373,7
1958	67,4	9,4	47,0	22,6	1,7	0,1	0	0	0,2	0,1	36,5	69,4	254,4
1959	85,6	0,6	1,9	1,7	4,1	0,5	0,2	0	0	19,1	18,8	143,0	275,5
1960	61,9	29,6	64,1	36,5	7,1	0,6	0	0	2,6	2,1	8,2	118,9	331,6
1961	43,6	149,6	68,6	3,9	4,1	19,9	0	0	0	55,9	10,2	71,6	427,4
1962	30,8	47,2	7,9	15,6	3,2	1,4	0	0	16,3	10,3	14,8	95,8	243,3
1963	49,9	196,5	30,9	5,9	32,4	0	0	0	0	42,3	10,0	7,8	375,7

* Tabelle 3

Naxos

Jahr	Jän.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahresmittel
Lufttemperatur: Monatsmittel in °C													
1956	12,7	12,2	11,2	16,5	19,3	23,3	25,4	25,2	22,4	18,8	16,5	12,3	18,0
1957	11,2	13,0	12,6	15,5	18,7	23,4	24,9	26,5	23,9	20,6	16,9	13,1	18,4
1958	12,1	13,8	14,1	16,0	20,1	23,0	24,0	24,5	21,2	18,5	16,5	14,3	18,2
1959	11,8	9,9	12,9	15,4	18,5	21,6	23,9	27,3	21,2	17,0	15,6	14,6	17,5
1960	12,5	12,9	13,0	15,6	19,8	22,4	24,5	25,7	22,4	21,4	18,6	16,3	18,8
1961	12,3	11,5	14,2	17,5	19,7	23,1	24,0	24,1	21,2	18,3	17,4	14,3	18,1
1962	13,0	11,3	14,6	15,8	20,1	22,9	24,7	24,7	22,8	19,6	18,5	14,0	18,5
1963	12,7	13,7	12,7	15,6	18,6	23,0	24,9	25,3	23,4	20,0	17,0	14,6	18,5

Niederschlagshöhe in mm

	Jahressumme												
1956	51,1	78,2	70,7	8,2	10,6	1,2	0	0	0	7,9	35,5	65,2	328,6
1957	108,3	4,0	31,3	8,0	—	11,5	0	0	29,8	26,0	38,5	75,2	—
1958	30,1	10,1	13,9	4,7	1,4	0	0	0	12,5	9,6	25,0	29,6	136,9
1959	60,2	4,2	28,5	6,4	10,5	1,7	11,8	0	0,1	30,8	42,4	65,4	262,0
1960	54,5	26,5	56,8	13,2	1,7	0	0	0	0,6	10,9	44,6	76,5	285,3
1961	113,7	48,1	31,7	0,5	42,4	1,7	0	0	0	77,0	18,0	128,5	461,6
1962	60,3	82,5	63,4	1,4	10,4	0,6	0	0	29,5	22,5	11,0	156,2	437,8
1963	29,1	47,2	27,5	5,8	21,8	0	0	0	0	42,2	32,9	75,9	282,4

Thira (Santorin)

Jahr	Jän.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahresmittel
Lufttemperatur: Monatsmittel in °C													
1955	13,3	14,4	13,4	14,3	20,0	23,6	25,6	24,3	22,5	21,0	15,9	13,6	18,5
1956	12,0	10,9	10,0	15,4	18,4	22,7	—	—	21,8	—	—	—	—
1957	keine Messungen												
1958	keine Messungen												
1959	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1960	11,5	12,0	11,7	14,4	19,3	22,0	24,4	25,3	21,7	21,1	17,8	15,3	18,0
1961	11,3	9,8	13,0	16,3	18,7	22,6	24,1	24,3	20,5	17,6	17,2	13,4	17,4
1962	11,9	10,0	13,5	14,9	19,6	23,0	24,6	24,8	22,3	18,5	17,0	13,1	17,8
1963	11,9	12,4	11,4	14,6	18,2	22,7	25,3	25,8	22,7	19,0	16,8	13,3	17,8

Niederschlagshöhe in mm													Jahressumme
1955	41,7	17,5	18,8	45,0	0	0	0	0,4	0	68,5	101,4	44,5	337,8
1956	43,5	76,3	101,3	0	10,0	0	—	—	0	—	—	—	—
1957	keine Messungen												
1958	keine Messungen												
1959	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1960	46,4	49,5	54,6	39,0	3,0	1,6	0	0	0	44,0	36,5	100,5	—
1961	72,3	104,0	45,0	3,0	7,4	7,9	0	0	0	50,4	15,2	120,3	316,3
1962	81,6	65,3	12,8	14,2	18,6	0	0	0	38,0	29,5	20,0	130,8	425,5
1963	76,0	154,8	51,3	2,0	14,0	0	0	0	0	115,5	24,0	26,0	410,8
													463,6

liegen zwischen 181 und 703 mm. Auf Naxos beträgt die kleinste Niederschlagshöhe der nur sechsjährigen geschlossenen Reihe nicht einmal die Hälfte des Mittelwertes. Da sich jede Blickrichtung auf praktische Nutzung des Wasserdargebotes nach dem Minimum zu richten hat, ist es nur wenig von Belang, daß auch Jahre mit wesentlich größerer Niederschlagshöhe auftreten (z. B. Astipalaia 1954 das Doppelte des zehnjährigen Mittels). Wichtiger für allgemein gültige Überlegungen ist, daß unseres Erachtens die ausgewiesenen Daten Mindestwerte sind, die jeweils nicht für die gesamte Insel, ja zum Teil nur für einen kleinen Bereich derselben gelten. Die Stationen auf Astipalaia und Naxos liegen praktisch im Meeresniveau (Naxos 7 m Seehöhe), nur jene auf Thira höher (229 m). Es darf als sicher angenommen werden, daß sowohl Niederschlagshäufigkeit als auch Niederschlagsmenge mit der Höhe merkbar zunehmen. Man beachte, daß die Insel Naxos über 1000 m aufragt. So ergeben sich für die einzelnen Inseln schon allein auf Grund ihrer Reliefenergie spezielle Fragen und es ist daher für nahezu alle an den Untersuchungen auf Amorgos beteiligten Disziplinen von Bedeutung, daß die meteorologische Zentralanstalt in Athen unserer Anregung entsprechend die Errichtung zweier Stationen auf Amorgos zusagte. Während die eine davon in der Küstenebene von Katapola stationiert werden soll, wurde die zweite im Raume der Chora, in etwa 300 m Seehöhe, vorgeschlagen. Freilich würde eine noch höher auf dem Propheet Ilias errichtete Beobachtungsstelle noch wesentlichere Aussagen erwarten lassen, doch wäre es unmöglich, ihre Betreuung sicherzustellen. Die Stationen auf Amorgos sind wichtig für die Feststellung der örtlichen Regendichte der Winterzeit bzw. der durchschnittlichen Intensität (Heftigkeit) der Niederschläge. Letztere wird errechnet, indem man die monatliche Regenhöhe durch die Zahl der Regentage dividiert. Während die größte Heftigkeit für die meisten Gegenden Griechenlands für den Herbst (November) angegeben wird, soll sie auf Naxos im Jänner auftreten. Diese für Fragen der Erosion sowie unter- und oberirdische Wasserspeicherung wichtigen Faktoren sind bei der ihnen innewohnenden Differenziertheit letzten Endes ebenfalls nur durch direkte Messungen zu erfassen.

Schneefall tritt auf den Höhen auf, doch dürfte dem Schnee kaum eine wasserspeichernde Wirkung zukommen, soweit dies den seltenen Angaben über eine Schneedeckendauer zu entnehmen ist. Zudem fällt der Schnee in diesen Gebieten erfahrungsgemäß zum größten Teil der Verdunstung zum Opfer.

Die Richtigkeit des Wortes, daß die Kykladen das angenehmste Klima von allen Gebieten Griechenlands besitzen, wird durch die Tatsache bekräftigt, daß nicht wenige in Athen ansässige Insel-

flüchtige im Sommer wieder hierher zurückkehren. In erster Linie ist dies wohl in den maritim ausgeglichenen Temperaturen begründet. Die Julimittel erreichen selbst in den meist in windgeschützten Buchten gelegenen Hafenorten selten 26° C (langjähriges Mittel von Athen 27°), auf den windexponierten Höhen werden die Sommertemperaturen noch erheblich gemildert.

Die geschilderten Klimakomponenten führten im Verein mit der seit langer Zeit vollständigen Entwaldung und der starken Reliefenergie zur weitgehenden Abtragung des Bodens an den Hängen. Dadurch wird eine natürliche Regeneration der ursprünglichen Vegetationsform verhindert und heute herrscht die Phrygana, die ungünstigere Degenerationsform des Waldes nach der Macchia vor.

So ist es verständlich, daß der intensive Gartenbau hauptsächlich auf die alluvialen Anlandungsflächen mit deren Bewässerungsmöglichkeiten beschränkt ist. Die Olive findet sich im Hinterland dieser Buchten und in kleinerem Ausmaß an höher gelegenen windgeschützten Stellen. Der Acker- und Weinbau ist auf terrassierten Anbauflächen anzutreffen. Der größte Teil der Insel trägt jedoch keine geschlossene Bodenkrume mehr und dient einer spärlichen Weide.

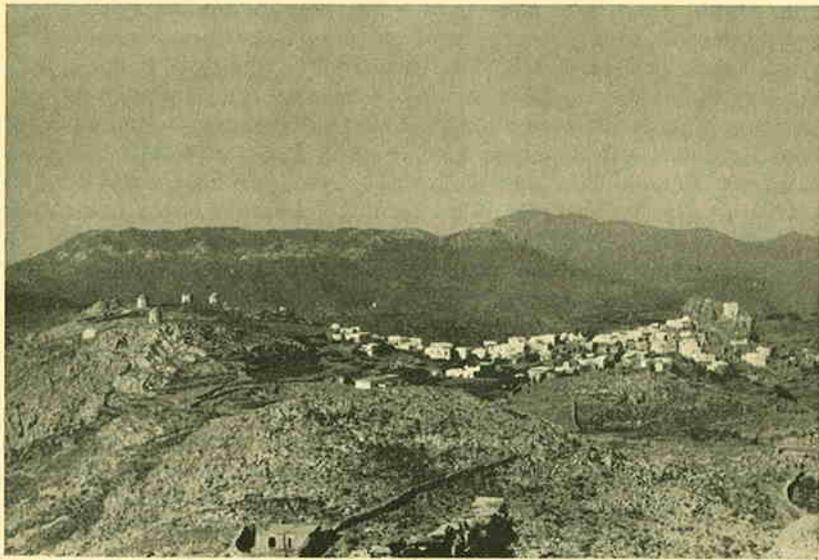


Abb. 5: *Der Hauptort Chora von Osten. Am Nordrand das mittelalterliche Kastell, im Süden eine Reihe von Windmühlen. Im Mittelpunkt erkennt man die Reste eines einstigen Plateaus bei Stavros.*

Die Insel Amorgos zählte 1961 2096 Einwohner, das bedeutet gegenüber früheren Zählungen eine beachtliche Abnahme (1928: 3164, 1889: 3394). Dadurch fiel die Bevölkerungsdichte in diesem Zeitraum von 25 auf 18 Menschen pro Quadratkilometer. Von dieser Inselfucht zeugen zahlreiche verlassene Häuser in den Ortschaften, wie insbesondere in der Chora, einer alten Schutzsiedlung. Hier wird die Masse nah aneinander gerückter, weiß getünchter kubischer Häuser mit engen und treppenförmigen Gassen vom verfallenen Kastell überragt (Abb. 5).

2. Der geologische Aufbau

Mit der Geologie der Insel Amorgos hat sich vor allem C. RENZ befaßt. Amorgos bildet die heutige südöstliche Grenze des vollkristallinen Gebirges der Kykladen und ist ein Teil der leicht metamorphen und sedimentären Hülle dieser Masse.

Im großen gesehen bilden die Gesteine von Amorgos ein breites Gewölbe, dessen Hauptstreichrichtung der Längserstreckung der Insel folgt. Im Detail ist die Schichtfolge aber außerordentlich stark verfaultet, verschuppt und durch junge Brüche zerstückelt. C. RENZ nimmt außerdem Überschiebungen an, während A. PHILIPPSON für eine normale Schichtfolge eintritt.

Die höchsten Erhebungen der Insel, der Korakas, der Propheet Ilias und der Krikelos, werden aus massigen, zum Teil leicht metamorphen Kalken gebildet, die man auf Grund von Bauxitvorkommen in Analogie zu den mittelgriechischen Bauxiten in die Kreide stellt. C. RENZ glaubt, daß sie zum Teil auch noch in den Jura reichen. An der Südküste werden diese Gipfelkalke von einer geringmächtigen Serie grauer, zum Teil dolomitisierter, plattiger Kalke mit Hornsteinschnüren unterlagert, die nach dem gleichnamigen Kloster die Bezeichnung Chozoviotissa-Kalke führen (Abb. 6).

Den mittleren Teil der Nordküste bilden die sogenannten Krioneri-Dolomite, die durch einen Längsbruch von der Kalkmasse des Inneren getrennt sind. Es handelt sich dabei um ein graues bis gelbliches, dichtes, gebanktes Gestein, das durch violett-rote, seltener grau-grüne Tonschieferlagen charakterisiert ist. Funde von Großforaminiferen (*Naukinella*) stufen diesen Komplex in das Perm ein (C. RENZ 1945).

Einen weiteren stratigraphischen Fixpunkt liefern Korallen- und Ammonitenfunde in den dunkelgrauen bis schwarzen Richti-Kalken am Nordhang der Inselmitte, nach denen diese Kalke der Obertrias zuzurechnen sind (C. RENZ 1933). Die Richti-Kalke stecken in einer schieferig-klastischen Schichtgruppe und werden am *locus typicus*

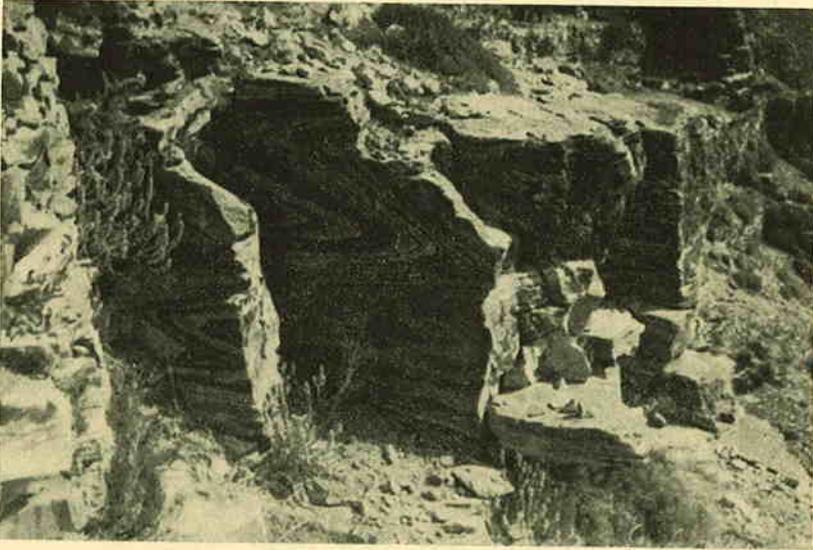


Abb. 6: Die Chozoviotissa-Kalke unterhalb des gleichnamigen Klosters zeugen von der starken tektonischen Beanspruchung der Gesteine der Insel Amorgos.

von einem Schichtkomplex mit einem quarzreichen Grauwackenkonglomerat überlagert, das sich durch ruinenhafte Verwitterungsformen auszeichnet.

Bei der starken Durchbewegung und Verschuppung der Schiefer-Grauwackenfolge können die Richti-Kalke nicht zur zeitlichen Gliederung des gesamten übrigen Komplexes herangezogen werden.

Schieferig-klastische Gesteine sind vor allem von Kamari bis Katapola bzw. Chora anzutreffen, sie nehmen hier die ganze Breite der Insel ein. Weiters sind sie um Kolophana, Richti bzw. Kapsala und in der Bucht von Ägiali verbreitet.

Ein 20 bis 50 m mächtiger Tonschieferzug läßt sich von Asphondilitis bis Ägiali verfolgen (s. Abb. 7). Auch an der steil abfallenden Südküste sind den Kalken vielfach Schiefer und Konglomerate eingelagert bzw. tektonisch eingeschaltet.

Die schieferig-klastische Schichtfolge zeigt eine sehr wechselnde Zusammensetzung. So finden sich helle bis dunkle Tonschiefer, Grünschiefer, Mergel, Sandsteine und Konglomerate. Bei letzteren lassen sich deutlich quarzreiche und kalkreiche Lagen unterscheiden. Weiters sind in diese Folge Kalkschiefer, Kalklinsen und auch

mächtigerer weiter durchziehende Züge karbonatischer Gesteine eingeschaltet.

Der Grad der Umwandlung dieser Gesteinsfolge ist ein sehr schwankender und reicht von kaum veränderten Partien bis zum lokalen Auftreten von Glimmerschiefern und grobkörnigem Marmor.

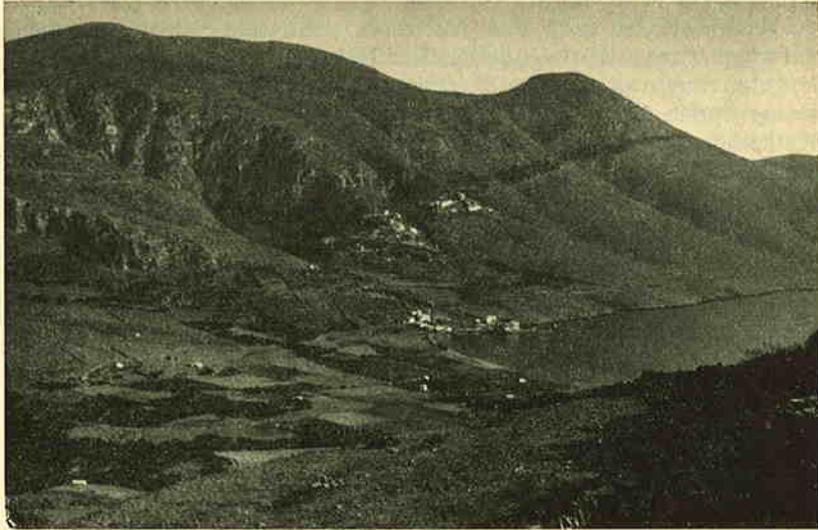


Abb. 7: Die Bucht von Ägiali mit dem nach Osten anschließenden Kampos. Oberhalb der Bucht die Ortschaft Potamos, die ihre Entstehung den Wasseraustritten verdankt, die an eine Tonschieferlage gebunden sind, die, hier in die Karbonatgesteine eingeschaltet, nach Südwesten hochzieht.

Das Alter der gesamten Schieferserie ist noch sehr unsicher. Sie wurde ursprünglich von C. RENZ, A. PHILIPPSON u. a. für paläozoisch gehalten. Andererseits wurden auch Vergleiche mit ähnlichen Faziesentwicklungen im westgriechischen Flysch angestellt. Auf der geologischen Übersichtskarte von Griechenland von C. RENZ et al. (1954) sind hingegen wesentliche Teile dieses Komplexes als kristalline Schiefer ausgeschieden.

Höher kristalline Gesteine, grobkörnige Marmore, Glimmerschiefer und Epidot-Hornblendeschiefer finden sich auf der kleinen Insel Nikouria nahe der Nordküste von Amorgos. Das Streichen dieser Gesteine verläuft westnordwest, also im spitzen Winkel zum Hauptstreichen von Amorgos. Auffallend ist, daß auch die steil stehende

und in spitzen Isoklinalfalten gelegte schieferig-klastische Schichtfolge auf der Halbinsel westlich von Tholaria dieses Streichen aufweist.

Als jüngste Bildungen finden sich ausgedehnte Schutthalden, die zum Teil durch Kalktuffe stark verkittet sind. Im Hinterland der Buchten von Ägiali und Katapola sowie im Katokampos kam es zur Bildung stark lehmiger Schotterterrassen.

Ungeklärt ist noch das Auftreten zahlreicher junger Effusiva vorwiegend basaltisch-andesitischer Natur. In der Bucht von Ägiali konnten auch saure Ergußgesteine beobachtet werden. Diese Gesteine finden sich auf der ganzen Insel, ausgenommen die höheren Kalkstöcke, in Form einer Überstreuung, zum Teil in Blöcken bis zu einem halben Meter Durchmesser.

An Bodenschätzen sind die bereits erwähnten Bauxite (G. MARINOS 1954) und nicht abbauwürdige lateritische Eisenerze im Nordosten der Insel zu vermerken (A. ZSIGMONDY 1914).

Die Ergebnisse der hydrogeologischen Aufnahme

1. Die Wasservorkommen der Insel

Im Zuge einer mehrwöchigen Begehung konnten die Quellen und Brunnen der Landschaften der Insel aufgenommen werden. Dabei wurde die hydrogeologische Situation der einzelnen Wasservorkommen beurteilt, soweit möglich die Schüttung geschätzt und die Wassertemperatur gemessen. Von über 120 Wasserproben wurden die Karbonathärte, die Gesamthärte und die elektrolytische Leitfähigkeit bestimmt. Beim Auftreten zahlreicher Quellen und Brunnen auf kleinem Raum und gleichen geologischen Gegebenheiten beschränkten wir uns auf die Untersuchung einer repräsentativen Auswahl.

Am ärmsten an unterirdischen Wasservorkommen ist der Südwesten der Insel. Der Hauptort Arkesini ist gänzlich auf Zisternen angewiesen, desgleichen die kleineren Siedlungen Kalotaritissa, Thistrata, Ag. Trias und Rachidi. Im Ort Kolophana besteht nur ein einziger Brunnen, der das ganze Jahr hindurch Wasser führt (Brunnen Nr. 10a*). Die günstigsten Verhältnisse finden sich zunächst noch in der kleinen Küstenebene von Katokampos. Hier entstand in einem jungen, ca. 20 Hektar großen Schwemmland ein kleines Grundwasserfeld, das durch etwa ein Dutzend Brunnen (Nr. 2 bis

* Für die Quellennummern und Ortsnamen siehe Tafel I.

Nr. 10) genutzt wird und in bescheidenem Maße Gartenbau ermöglicht. Ein frisch abgeteufter Schacht zwischen den Brunnen Nr. 6 und Nr. 7 zeigte unter der Humusdecke 60 cm graubraunen lehmigen Schotter mit Sand und größeren Steinen untermengt. Darunter folgt ein rotbrauner, stark lehmiger Kies. Der Grundwasserspiegel liegt hier in 2 m Tiefe. Der östliche Hangfuß der begrenzenden Höhen ist aus Schiefeln aufgebaut, während im Westen die Kreidekalke, aus denen die Halbinsel Trulli besteht, weiter nach Süden ziehen und die Westflanke und den Talschluß bilden.

Dem naheliegenden Gedanken, hier durch Anlage eines größeren Brunnens auch für die Ortschaften der weiteren Umgebung Wasser zu gewinnen, stehen die Ergebnisse der chemisch-physikalischen Untersuchungen entgegen (Seite 130 ff. u. Abb. 8 bis 11).

Erstaunlich ist, daß an der steilen Südküste des Kalkmassivs des Korakas keine größeren Küstenquellen bekannt sind. Bei einer Befahrung wurden nur kleinste Wasseraustritte aus Schiefereinlagen und Hangschutt beobachtet. Auch an der Nordküste konnte zur Zeit der Aufnahme nur ein einziger noch wasserführender küstennaher Brunnen im Ormos Paradisia festgestellt werden (Nr. 1).

Ebenso wie Arkesini war bisher der Ort Vrutsi völlig auf Zisternenversorgung angewiesen. Nunmehr ist man jedoch dabei, eine unterhalb der Ortschaft Kamari, etwa 1 km südöstlich Vrutsi gelegene Quelle für eine zentrale Wasserversorgung beider Orte auszubauen (Nr. 13). Dieser Wasseraustritt liegt an der Kalk-Schiefergrenze und bildet eine Überfallquelle, die zur Aufnahmezeit etwa 0,03 l/s schüttete. Die Ergiebigkeit soll laut Aussage der Bevölkerung im Winter stark ansteigen. In dem von hier aus gegen die Küste steil abfallenden Grabenanriß liegt etwa 100 m über dem Meer noch ein weiterer kleiner Quellaustritt in den Schiefeln (Nr. 12). Weiters erlaubt eine beim heute verfallenen Kloster Ag. Nikolaos knapp östlich von Kamari in einem Brunnenschacht gefaßte Quelle eine spärliche Nutzung (Nr. 14). Während der Winterzeit soll das Wasser über den Brunnenrand überfließen.

Der von hier nach Nordosten führende Saumpfad nach Katapola durchschneidet im Schiefergelände einige Grabenanrisse, in denen mehrere Sickerwasseraustritte zu verzeichnen sind. Ein größerer derselben ist die Quelle Nr. 15 mit einer ungefähren Schüttung von 0,02 l/s.

Dort, wo der steil absteigende Pfad nahe an den Ormos Ag. Saranda herantritt, befindet sich die größte Quelle der Insel mit einer Gesamtschüttung von etwa 0,75 l/s zur Aufnahmezeit. Der zirka 50 m über dem Meer liegende Hauptaustritt ist an eine Kalk-

lage in den Schiefen gebunden. Das abfließende Wasser erreicht die Küste nicht, sondern versickert im geringmächtigen Schotterkörper am Ausgang des Tälchens.

Eine für die Schiefergebiete mit ihrer Wechsellagerung von Tonschiefern, Sandsteinen, Konglomeraten und vereinzelt Kalklinsen charakteristische Häufung kleiner Quellaustritte tritt uns im Hinterland des Ormos Foinikais entgegen (Nr. 17 bis 22). Die Schüttung beträgt im Sommer nur bei einzelnen 0,02 l/s, reicht aber doch zur Bewässerung kleiner Gartenflächen. Der steil abfallende Graben endet gegen die Bucht in einer mehrere hundert Quadratmeter umfassenden terrassierten Schotterflur.

Analoge Verhältnisse herrschen bei Stavros bzw. an den Hängen und Gräben zwischen Stavros und der Südküste (Quellen Nr. 23 bis 28). Auch hier bilden die Wasseraustritte die Basis für die Nutzung kleiner Gärten an den terrassierten Grabenflanken. Besonders hervorzuheben ist hier die in den Schiefen liegende Quelle Kaminia (Nr. 26) mit einer Sommerschüttung von zirka 0,25 l/s. Ihre Spende ist nach Aussage der Bevölkerung das ganze Jahr über ziemlich gleichmäßig. Die Quelle wurde in letzter Zeit neu gefaßt. Das Wasser soll mittels einer 5 km langen Leitung nach der Chora geführt werden.

Kaminia ist die bekannteste Quelle der Insel und A. PHILIPPSON (1959) hebt sie namentlich hervor. Es wirft ein Schlaglicht auf den Wassermangel von Amorgos, daß ein für normale Verhältnisse so unbedeutender Wasseraustritt eine derartige Beachtung findet.

Ebenfalls gefaßt ist Quelle Nr. 27, deren Schüttung zur Aufnahmezeit mit 0,07 l/s gemessen wurde. Sie tritt an einer Störungzone (W 10 N) aus, unmittelbar an der Quelle ist in die Schiefer ein Kalkspan eingeschuppt. Etwa 30 m höher schneidet dieselbe Störung eine mächtigere Kalklage ab, die in der darüber aufragenden Kuppe wieder von Schiefen überlagert wird.

Am Weg zwischen Quelle Nr. 27 und Kaminia liegt an der hier durchziehenden Kalk-Schiefer-Grenze eine zur Aufnahmezeit trockene Überfallquelle, die im Winter größere Wassermengen fördern soll.

Das relativ größere Wasserangebot im Raum Stavros-Levkas ist nicht nur in der für die Wasserspeicherung günstigeren Schieferformation mit ihrer Wechsellagerung begründet, sondern auch in dem Umstand, daß wir im Gebiet westlich von Kaminia noch die Reste eines ausgedehnteren Verebnungsniveaus vorfinden, das zweifellos der Versickerung bessere Voraussetzungen bietet als die sonst vorherrschenden steilen Hänge. Zudem bestehen die dem Plateau

aufgesetzten Restberge aus quarzreichen Grauwackenkonglomeraten, die bei der Verwitterung in große Blöcke aufgelöst werden und eine tief in den Bergleib reichende Zerklüftung aufweisen. Der ganze Bereich wird im Nordosten von der Weißen Wand (Aspro Kremnos) überragt, deren Gipfelpartien eine mächtigere, nach Süden fallende Kalklage einnimmt, die gegen die Südküste hin ausfingert und wieder von Schiefen überlagert wird.

Die Reste einer alten Wassermühle an den Westabfällen des Aspro Kremnos lassen im Verein mit mächtigen Kalktuffbildungen erkennen, daß sich hier einst ein stärkerer Wasseraustritt befand. Der Augenschein ergab nur mehr ein kleines Gerinnsel von etwa 0,01 l/s Ergiebigkeit (Nr. 28). Es könnten hier die Angaben der Bevölkerung zutreffen, daß der Wandel in der Wasserführung eine Folge des Erdbebens von 1956 ist. Kleinere Wasseraustritte (z. T. Folgequellen) finden sich noch im Graben, der von Kaminia zur Bucht von Katapola zieht.

Ähnliche geologische Verhältnisse wie im Raum Stavros-Levkas treffen wir auch im Gebiet um die Chora. In den steilen Hängen zur Südküste sind es vor allem in die Schiefer z. T. primär eingelagerte, z. T. tektonisch eingeschuppte Kalkanlagen und -linsen, an die die Wasseraustritte gebunden sind (Nr. 33 bis 35). Zuzufolge der starken tektonischen Beanspruchung sind die Kalke vielfach in Marmore umgewandelt. Zahl und Schüttung der Quellen schwanken mit der Jahreszeit. Immerhin führte die stärkste der Quellen noch Ende Juli 1964 0,15 l/s und spendete den darunter liegenden Gärten ausreichend Wasser.

In den Gräben, die zur Bucht von Katapola hinunterziehen, ist eine Anzahl von Quellaustritten z. T. an Kalkeinlagerungen, z. T. an Sandstein und Konglomerate gebunden (z. B. Nr. 29 bis 31 und 49 bis 51).

Der Ort Chora selbst schmiegt sich in eine flache Mulde am Südwestfuß des Prophit Ilias (s. Abb. 5). Infolge der geringeren Reliefenergie bildete sich hier im allgemeinen eine etwas mächtigere Verwitterungsschwarte. Die sich darin speichernden Niederschlagswasser werden im Ort und in seiner unmittelbaren Umgebung durch mehrere Dutzend Schachtbrunnen genutzt (Nr. 32 bis 48). Bei dem kleinen Einzugsgebiet, den geringen Niederschlägen und der großen Anzahl oft unmittelbar nebeneinander liegenden Wasserentnahmestellen ist es nicht verwunderlich, daß die Brunnen im allgemeinen nur wenig ergiebig sind. Die Lage in oder unmittelbar unterhalb des dicht verbauten Gebietes beeinträchtigt durch die damit verbundene Kommunikation mit den Abwässern zudem die Wasserqualität, so daß die Brunnen nur zur Nutzwasserförderung

herangezogen werden dürften und sich die Trinkwasserentnahme auf die Zisternen beschränken müßte. Etwas bessere Verhältnisse weisen das Brunnenfeld bei den Schulen oberhalb des Ortes (Nr. 43 bis 45) und der große Brunnen an der Straße nach Katapola (Nr. 39) am westlichen Ortsrand auf.

Die im innersten Küstenbereich der Schlauchbucht von Katapola liegenden Ortschaften Xylokeratidi, Rachidi und Katapola bilden die Gemeinde Katapola.

Für den älteren Siedlungskern von Katapola besteht seit längerem eine Quellwasserleitung von einer im Schieferterrain durch einen Stollen erschlossenen Quelle (Nr. 52). Die Schüttung liegt im Sommer bei 0,2 l/s. Für den gesamten Siedlungsbereich hat man vor kurzem eine zentrale Wasserversorgung durch einen Grundwasserbrunnen (Nr. 62) in der an die Bucht anschließenden Küstenebene geschaffen.

Die Küstenebene von Katapola birgt das größte Grundwasservorkommen der Insel Amorgos. Der junge Anlandungskörper wird durch einen niederen südoststreichenden Schieferrücken in zwei Felder geteilt.

Dank der hier vorhandenen Schachtbrunnen (Nr. 53 bis 70) ist eine intensivere Nutzung durch Gartenbau gegeben.

Wie aus den Analysenergebnissen und den darauf fußenden Kartogrammen (Abb. 13 bis 16) ersichtlich ist, ist der Salzwasser-einfluß gering (Seite 133 ff.).

Erstaunlich ist, daß an den Rändern des geschlossen aufragenden Kalkmassivs des Proplit Ilias keine größeren Quellen bekannt sind. Die nennenswerteste ist noch die bereits in Tonschiefern liegende Quelle Nr. 76 (0,05 l/s). Auch die bei der Bevölkerung sehr bekannte Quelle „Krionero“ (d. h. Kaltes Wasser; Nr. 73) hatte während der Aufnahmezeit keinen meßbaren Abfluß. Die 50 m oberhalb der gleichnamigen Bucht liegende Quelle entspringt der Grenzzone der die Küste bildenden permischen Krioneridolomite zu dem geschlossenen Kreidekalkmassiv des Proplit Ilias.

Über den Westhang des Proplit Ilias ziehend, führt der Saumpfad in die Landschaft Richti. Hier sind den karbonatischen Gesteinen wiederum Tonschiefer und quarzreiche Konglomerate eingeschaltet. Nach Fossilfunden in den zugehörigen Kalklagen stellt C. RENZ (1933) diesen Komplex in die Obertrias. Die hier abgeteuf-ten Brunnen (Nr. 77 bis 80) ermöglichen einen bescheidenen Gartenbau. Die diesem Bereich naheliegende Nordküste ist durch die vorgelagerte Insel Nikouria geschützt. So blieben hier kleine pleistozäne, aus den einzelnen Grabenanrissen vorgebaute Schuttkegel er-

halten, die in anderen Bereichen der Meeresabrasion zum Opfer gefallen sind. Der größte dieser Schuttfächer trägt die Streusiedlung Ag. Pavlos. Zwei küstennahe Brunnen (Nr. 81, 82) führen Brackwasser, so daß die dort wohnende Bevölkerung auf Zisternen angewiesen ist.

Eine Anzahl von Brunnen und Quellen ist entlang des Saumpfadens von Asphondilitis nach Ägiali an einen durchziehenden, in die karbonatischen Gesteine eingeschalteten Tonschieferzug gebunden (Nr. 83, 86 bis 88, Abb. 7). Eine Häufung solcher Brunnen befindet sich in Potamos, auch die unmittelbar unterhalb dieses Ortes austretende Quelle (Nr. 89) verdankt den geschichteten geologischen Verhältnissen ihre Existenz. Sie wurde vor kurzem gefaßt und dient der darunter liegenden Siedlung Ägiali, vor allem aber dem hier neu errichteten Hotel, als Wasserversorgung. Die hohe Nichtkarbonathärte des Wassers sowie die Lage der Quelle unterhalb eines geschlossenen Siedlungsgebietes lassen eine stärkere Belastung durch Abwässer erkennen.

Ein größerer Brunnen (Nr. 90, Tiefe 14 m) befindet sich noch östlich unterhalb der Ortschaft Potamos. Er wurde in einem Schuttkegel abgeteuft, der sich aus einem steil eingeschnittenen Graben gegen den Hafen Ägiali verbaut. Sein Einzugsgebiet liegt in den westlichen Ausläufern des Krikelos.

Im Hinterland der Bucht von Ägiali liegt das dritte nennenswerte Grundwasserfeld der Insel (Nr. 91 bis 103). Es wird von einem im Sommer trockenen Gerinne durchzogen, dessen Einzugsgebiet bis in das Kalkareal vom Krikelos bis nördlich Tholaria zurückreicht. Andererseits wird aber auch sehr viel Schutt aus dem Schieferbereich der steil abfallenden Hänge zwischen Tholaria und der Küstenebene zugeführt.

Wie im Katokampos und bei Katapola war es auch in diesem Gebiet möglich, durch die Nutzung des Grundwassers eine bescheidene Intensivierung der Landwirtschaft in Form von Gartenbau zu erzielen (Seite 136 ff.).

Die Kreidekalke vom Krikelos bis nördlich Tholaria sind völlig wasserlos. Erst im Schiefergebiet im Bereich zwischen Langadia und dem Westkap bei Ägiali finden sich wieder zahlreiche kleine Quellen und Brunnen. Ihr Wasser kommt einerseits wie in der Umgebung von Chora aus der Verwitterungsschwarte, andererseits ist gerade die starke Wechsellagerung von grob- und feinklastischen Gesteinen vor allem auf der Halbinsel westlich Tholaria sowohl der Versickerung als auch der unterirdischen Wasserführung besonders günstig.

In diesem Schichtkomplex sind Kalkgeröll führende Konglomerathorizonte hervorzuheben, die die zum Teil höheren Karbonathärten der hier entspringenden Wasser erklären.

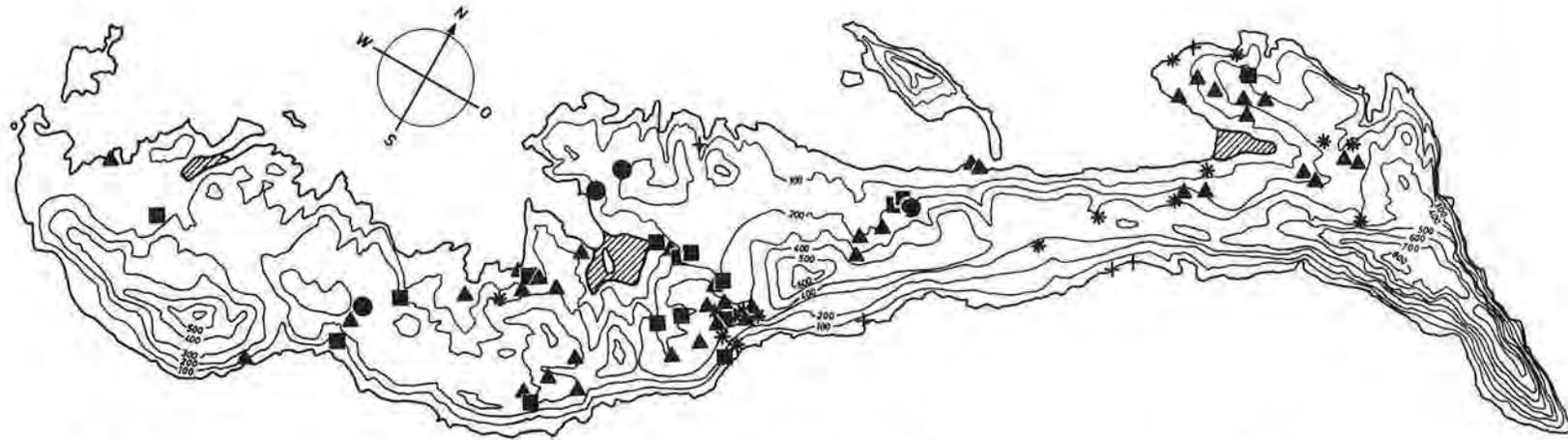
Die Wasserversorgung des Ortes Langadia beruht einerseits auf Zisternen, andererseits auf zwei in der Nähe liegenden Wasservorkommen. Etwa 1,5 km östlich oberhalb des Ortes befindet sich eine Brunnengruppe in mylonitisierten Schiefen unter den steil abfallenden Kalken des Krikelos (Nr. 104). Die Hauptwasserspender sind aber Quellen nördlich des Ortes. Die eine liegt im tief eingeschnittenen Graben, der gegen Ägiali hinunterzieht und an dieser Stelle die Grenze zwischen den Schiefen von Tholaria und dem steil aufragenden Kalkrücken, auf dem Langadia liegt, bildet (Nr. 105). Die zweite Quelle (Nr. 106), etwas oberhalb in den Schiefen gelegen, ist ebenfalls gefaßt, und das Wasser wird mittels einer Rohrleitung nach Langadia geführt. Darunter liegt in Gärten eine Anzahl von Brunnen, die Folgewässer nutzen.

Von den weiteren Quellen im reinen Schiefergebiet (Nr. 107 bis 116) ist vor allem ein Brunnenfeld nördlich des Klosters Panaghia zu nennen, das in einer NNW verlaufenden Schuppenzone liegt, die in einer starken Wechsellagerung von Kalken und Schiefen zum Ausdruck kommt (Nr. 107 bis 110). Die Brunnen und Quellen auf der Halbinsel westlich von Tholaria dienen in erster Linie der Bewässerung von Gärten (Nr. 111 bis 116). Nur vom Brunnen Nr. 111 wird das Wasser nach Tholaria gepumpt, die Hauptversorgung des Ortes basiert aber auf Zisternen.

Abgesehen von den in den Kartogrammen verzeichneten oberen Wasseraustritten findet sich in den zur Küste ziehenden Gräben stets eine Reihe von Folgequellen. Am unteren Ende dreier steil zur Bucht von Ägiali abfallenden Gräben haben sich kleine Schwemmkegel vorgebaut, deren bescheidene Grundwasservorkommen (z. B. Brunnen Nr. 117) hauptsächlich von den vorgenannten Folgequellen gespeist werden.

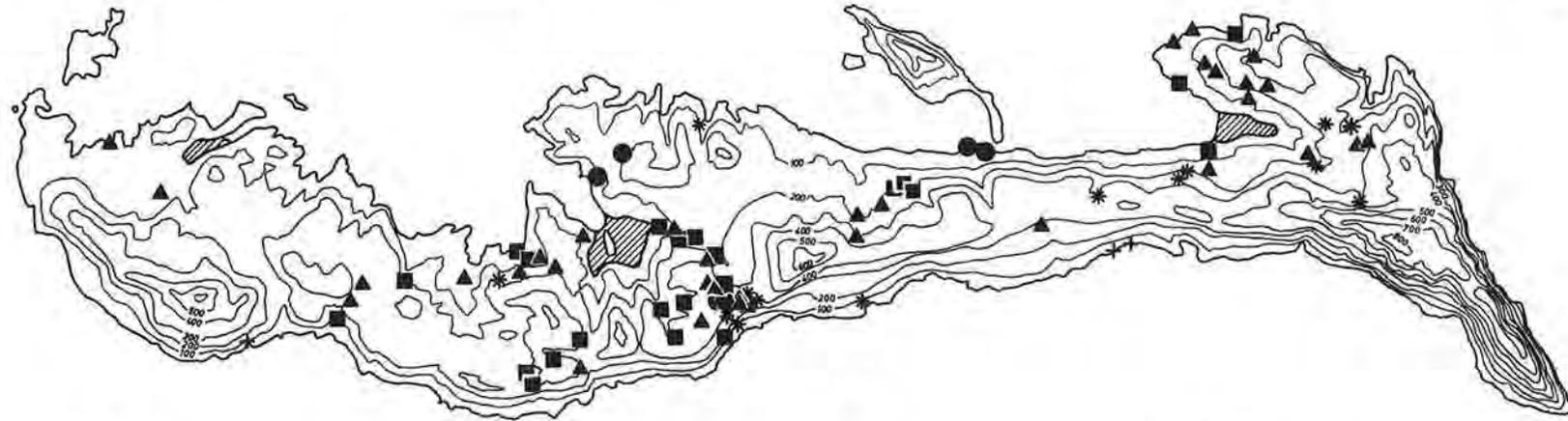
Bei dem relativ kleinen Wasserdargebot in den küstenferneren Bereichen der Insel war zu prüfen, ob nicht an den Küsten nennenswertere, wenngleich vielleicht brackige Wasservorkommen liegen. Es wurde daher ein großer Teil der Küstenstriche, soweit möglich, begangen bzw. vom Boot aus kontrolliert.

Die Untersuchungen ergaben nur eine überraschend geringe Anzahl von Küstenquellen. Soweit hier Wasservorkommen aufgefunden wurden, waren sie an Schiefer oder Schiefereinlagerungen in karbonatischen Gesteinen oder an bis zur Küste reichende mächtigere Schutthalden geknüpft. Nur eine einzige Quelle (Nr. 85) er-



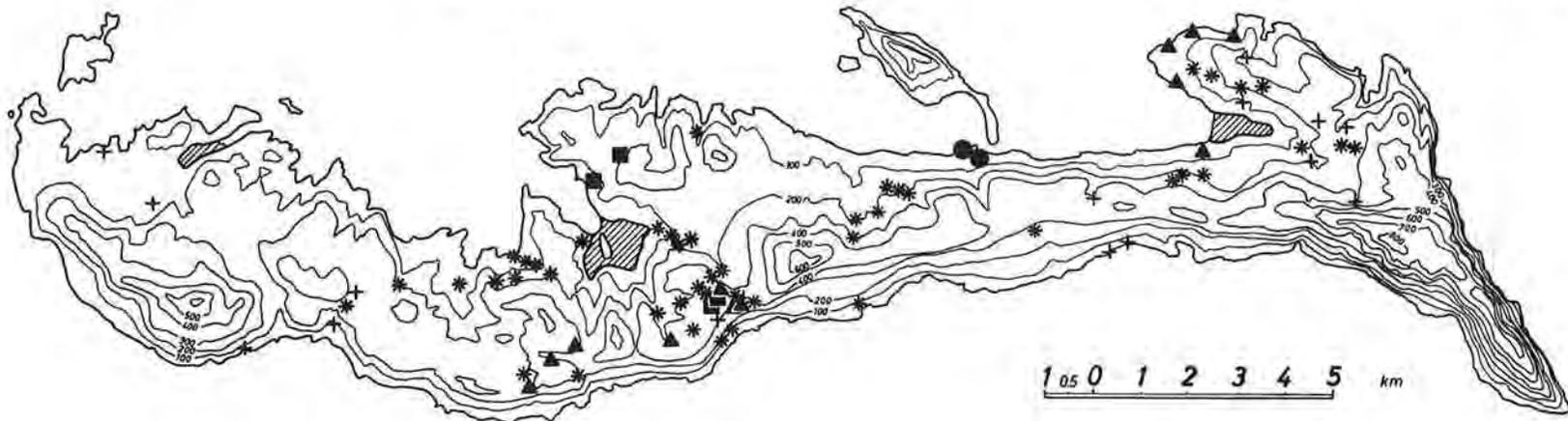
Karbonathärte in d.H.

- + 4.2 - 6.7
- * 7.8 - 10.6
- ▲ 10.8 - 14.6
- 15.0 - 17.6
- 17.9 - 19.9
- ▨ Grundwasserfeld in gesonderter Darstellung



Gesamthärte in d.H.

- + bis 6.8
- * 8.8 - 14.0
- ▲ 14.5 - 18.7
- 19.0 - 25.5
- 27.0 und mehr
- ▨ Grundwasserfeld in gesonderter Darstellung



Nichtkarbonathärte in d.H.

- + bis 2.8
- * 3.0 - 6.6
- ▲ 7.4 - 10.8
- 11.0 - 16.7
- 18.0 und mehr
- ▨ Grundwasserfeld in gesonderter Darstellung

1 05 0 1 2 3 4 5 km

reicht dabei eine sommerliche Schüttung von 0,2 l/s, der Abfluß aller anderen lag zur Aufnahmezeit weit unter 0,1 l/s.

Dort, wo die Kalke und Dolomite, meistens eine Steilküste bildend, das Meer erreichen (z. B. beim Korakas im Südwesten, beim Krikelos im Nordosten und beim Küstenstrich zwischen Ägiali und Katapola), konnten keine Wasseraustritte gefunden werden. Diese Feststellung wurde durch die ortskundigen Fischer bestätigt, denen andererseits selbst die kleinsten Quellen an den Schieferküsten bekannt waren. Es erscheint jedoch glaubhaft, daß in der regenreichen Winterzeit gerade in den verkarsteten Kalkarealen vereinzelt im Küstenbereich Brackwasser austritt. Solche periodische Brackwasserquellen wurden uns für einige Küstenabschnitte namhaft gemacht (z. B. bei Linnari Perivoli östlich des Katokampos, im Ormos Vlichadia nördlich Katapola, in einer Bucht nördlich Tholaria und drei Kilometer östlich davon im Ormos Livadia und an der Südküste unterhalb von Asphondilitis).

2. Der physikalisch-chemische Befund

Zur hydrogeologischen Aufnahme eines Gebietes gehört nicht nur die Beurteilung der geologischen Situation der einzelnen Wasservorkommen und die Messung oder Anschätzung ihrer Ergiebigkeit, sondern auch die Bestimmung der repräsentativen chemischen und physikalischen Daten der Wässer.

Bei den Bedingungen, wie sie bei Aufnahmen auf einer entlegenen Insel vorliegen (Fehlen von Stromanschluß und Fließwasser usw.), müssen sich die Untersuchungen auf leicht durchzuführende Feldmethoden beschränken. Die Erfahrung hat gezeigt, daß vor allem die Bestimmung der Karbonat- und Gesamthärte sowie der elektrolytischen Leitfähigkeit und Temperatur der Wässer ein Bild ergibt, das gewisse Rückschlüsse auf die Zusammengehörigkeit einzelner Wasservorkommen, das Einzugsgebiet und auch eine erste Beurteilung der Güte des Wassers erlaubt.

Die Bestimmung der Karbonathärte erfolgte durch Titration, jene der Gesamthärte mittels der Durognostmethode. Die elektrolytische Leitfähigkeit wurde mit Hilfe eines handlichen Batteriegerätes (Normameter) bestimmt. Die Temperaturmessung erfolgte mit geeichten Thermometern mit einer 0,1 °C-Skala, wobei dort auf die Messung verzichtet wurde, wo durch örtliche Einflüsse eine zu starke Verfälschung der Wassertemperatur zu befürchten war.

Ein Blick auf die Kartogramme (Tafel II) zeigt, daß die Mehrzahl der Wässer eine mittlere Karbonathärte zwischen 8 und 15 deutschen Härtegraden (d. H.) aufweist, wobei aber im einzelnen

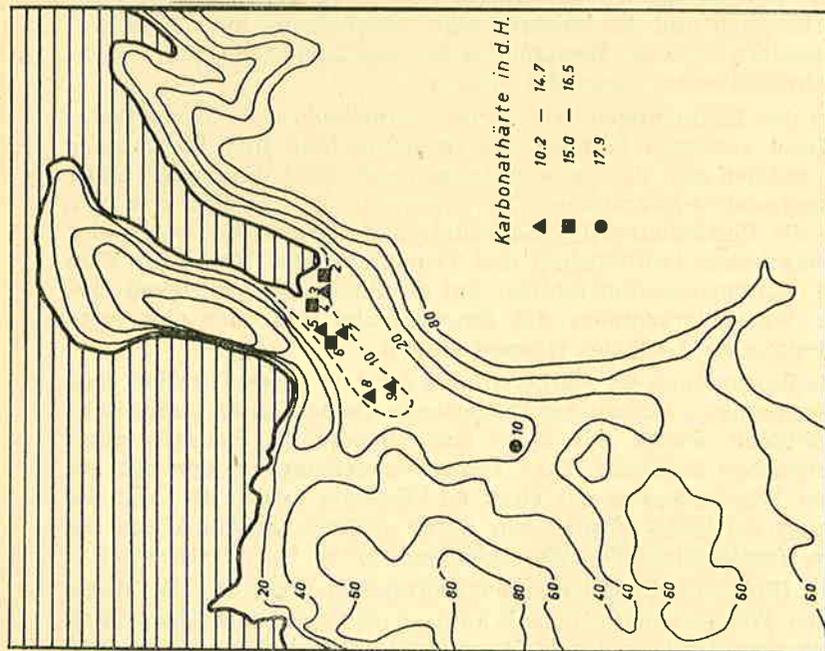


Abb. 8: Die Karbonathärten im Brunnenfeld von Katokampos.

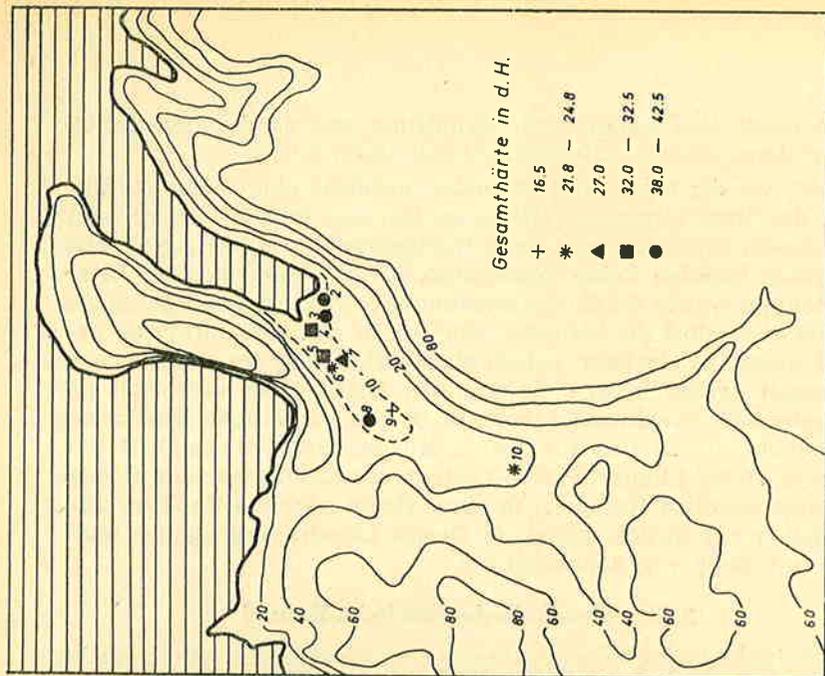


Abb. 9: Die Gesamthärten im Brunnenfeld von Katokampos.

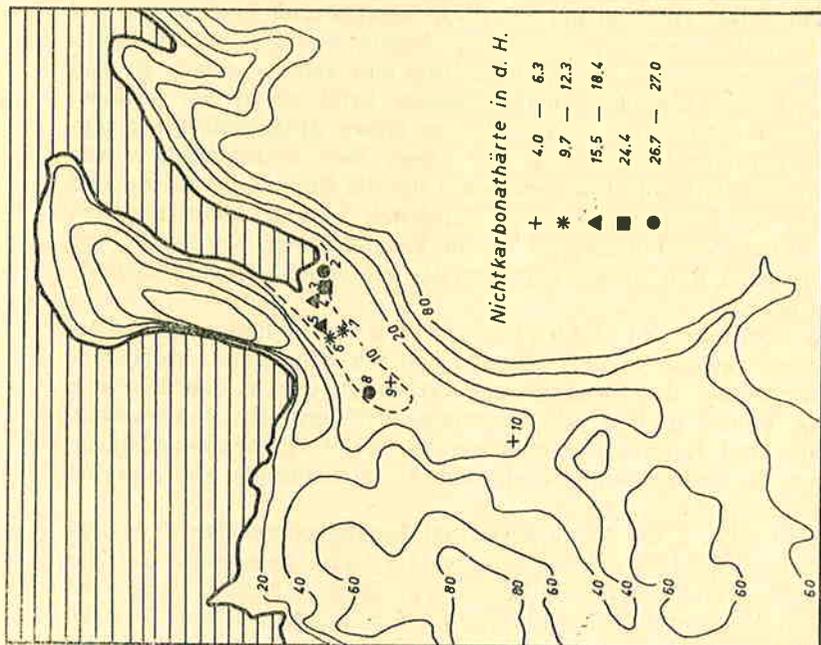


Abb. 10: Die Nichtkarbonathärten im Brunnenfeld von Katokampos.

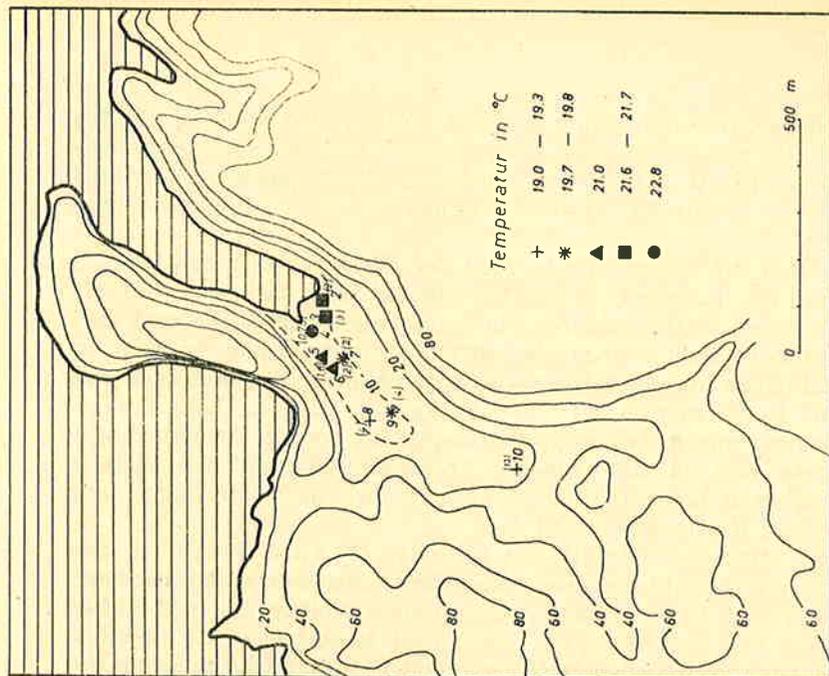


Abb. 11: Die Temperatur der Brunnenwässer im Katokampos. Die in Klammern angegebenen Ziffern bedeuten die Tiefen des Wasserspiegels unter der Oberfläche.

eine starke Differenzierung vorliegt. Wässer mit höheren Werten finden sich vor allem um Chora, Kamari und bei einer Brunnen-gruppe in Richti. Auf die extrem hohen Werte (auch der Gesamthärte) von Quelle Nr. 71 und Brunnen Nr. 72 wird später eingegangen.

Da sich die überwiegende Zahl der Wasservorkommen, sowohl Quellen wie Brunnen, in den Schiefergebieten befindet, sind die relativ hohen Karbonathärten zunächst überraschend. Sie sind darin begründet, daß, wie im vorstehenden Kapitel schon erwähnt, in den Schiefen fast überall Kalklinsen und -lagen eingeschaltet sind und die Konglomerate z. T. viele Kalkgerölle führen. Diese Zusammensetzung macht sich auch im Hangschutt, in der Verwitterungsschwarte und in den jungen Anlandungskörpern der kleinen Küstenebenen bemerkbar. Hier kommt auch noch der Schutt aus den reinen Karbonatgebieten dazu.

Noch differenzierter ist das Bild der Gesamthärten. Die weitaus größte Zahl der Quell- und Brunnenwässer streut zwischen 9 und 25 d. H. Diese Wässer sind also als mittelhart bis hart zu bezeichnen. Die Verteilung der Härten ist scheinbar völlig regellos, und Quellen verschiedenster Härte können unmittelbar nebeneinander liegen. Der Hauptgrund für diese Erscheinung liegt darin, daß bei der durchwegs sehr geringen Ergiebigkeit der Quellen und Brunnen die unterirdische Wasserzirkulation eine sehr langsame ist und daher örtliche Einflüsse sich besonders kraß auswirken können. Neben den natürlichen Gegebenheiten (stark differenzierter geologischer Aufbau) wirken sich vor allem Verunreinigungen durch Mensch und Vieh aus, was besonders für die Räume um Chora und Potamos im Kartogramm zum Ausdruck kommt. Sehr deutlich treten diese Beziehungen bei einem Vergleich der Karbonat- und Gesamthärten, d. h. im Kartogramm der errechneten Nichtkarbonathärten hervor.

Die höchsten Nichtkarbonathärten finden sich verständlicherweise in jenen Küstenstrichen, wo in das Land eindringendes Meerwasser das Grundwasser verbracket, wie in den Brunnen von Ag. Pavlos und in den Grundwasserfeldern von Katokamos, Katapola und Ägiali. In diesen geschlossenen Grundwasserfeldern lieferten die chemisch-physikalischen Untersuchungen die klarsten Hinweise.

Die in Abb. 8 bis 11 dargestellten Kartogramme der Brunnenwässer von Katokamos zeigen im tiefer gelegenen Teil des Grundwasserfeldes Karbonathärten zwischen 10,2 und 16,5 d. H. Der 12 m tiefe Brunnen Nr. 10 mit einer Karbonathärte von 17,9 d. H. reicht bereits in den Kalkuntergrund. Die verschieden hohen Ge-

samthärten zeigen den gegen die Küste zu steigenden Anteil an Brackwasser an, was besonders durch die Darstellung der Nichtkarbonathärte zum Ausdruck kommt. Aus dem geschlossenen Bild fällt nur der Brunnen Nr. 8 heraus. Er zeigt mit einer Gesamthärte von 40,5 d. H. trotz einer Entfernung von etwa 300 m von der Küste den zweithöchsten Wert im gesamten Brunnenfeld. Dieser zunächst erstaunliche Umstand erklärt sich aus der Tatsache, daß wir es hier mit dem einzigen Brunnen zu tun haben, der mit einer Motorpumpe ausgestattet ist. Der hohe Brackwasseranteil ist ohne Zweifel auf eine Überforderung dieses Brunnens zurückzuführen. Daß davon dem Meer näher liegende Brunnen nicht betroffen wurden, kann damit erklärt werden, daß das Salzwasser aus dem unterlagernden klüftigen Kalk hochgezogen wird. Die gegen das Landesinnere hin abnehmenden Temperaturen entsprechen der steigenden Mächtigkeit der Überdeckung des Grundwasserspiegels. Die Situation im küstennahen Teil des Katokampos zeigt Abb. 12.

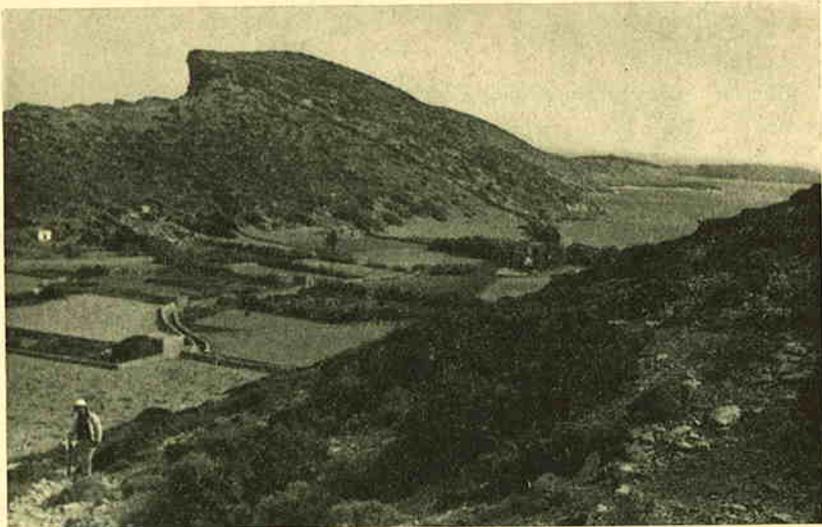


Abb. 12: *Der untere Teil des Brunnenfeldes im Katokampos. Im Hintergrund die aus Kreidekalken abgebaute Halbinsel Trulli.*

Das ergiebigste Grundwasserfeld ist jenes von Katapola (Seite 134; dazu Abb. 13 bis 16). Es ist daher erfreulich, daß die chemisch-physikalischen Untersuchungen für diesen in zwei Teilfeldern lagernden Grundwasserkörper noch keine Überforderung erkennen ließen, die in erster Linie in einer stärkeren Verbrackung

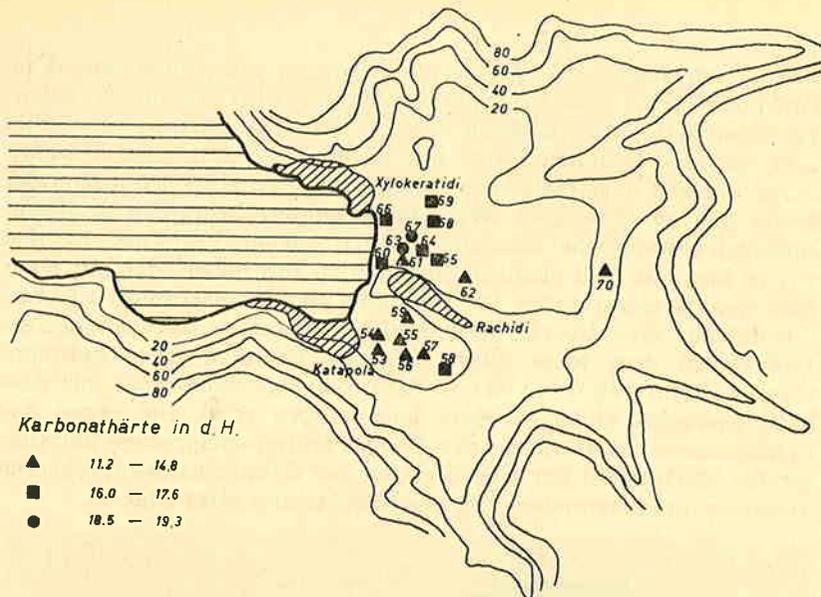


Abb. 13: Die Karbonathärten im Brunnenfeld von Katapola.

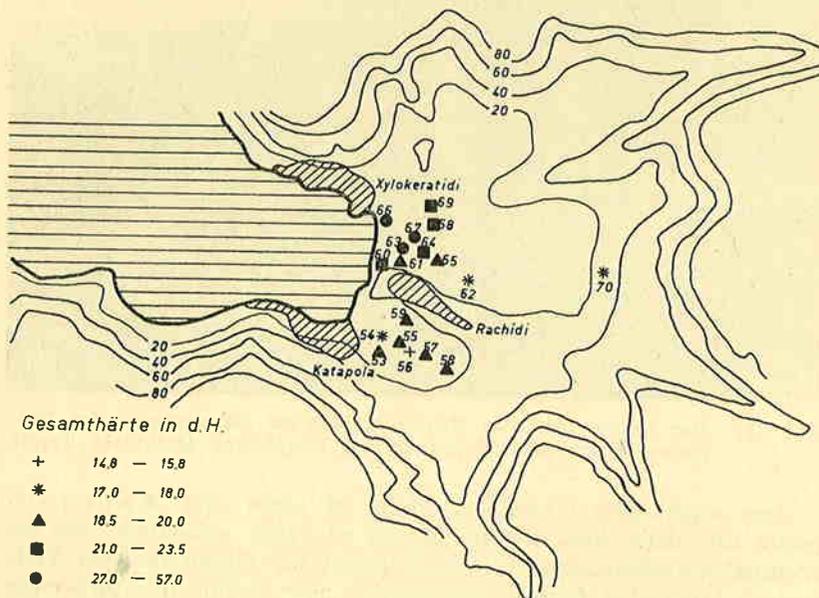


Abb. 14: Die Gesamthärten im Brunnenfeld von Katapola.

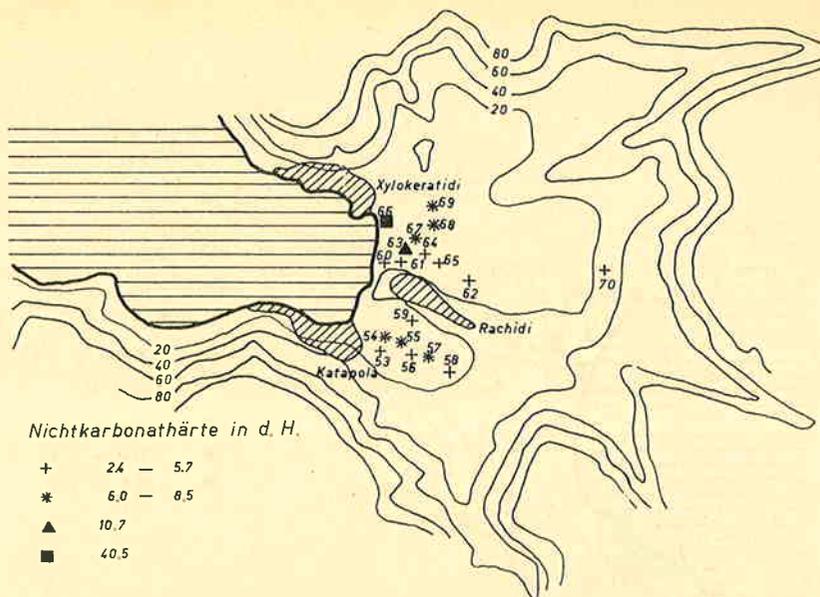


Abb. 15: Die Nichtkarbonathärten im Brunnenfeld von Katapola.

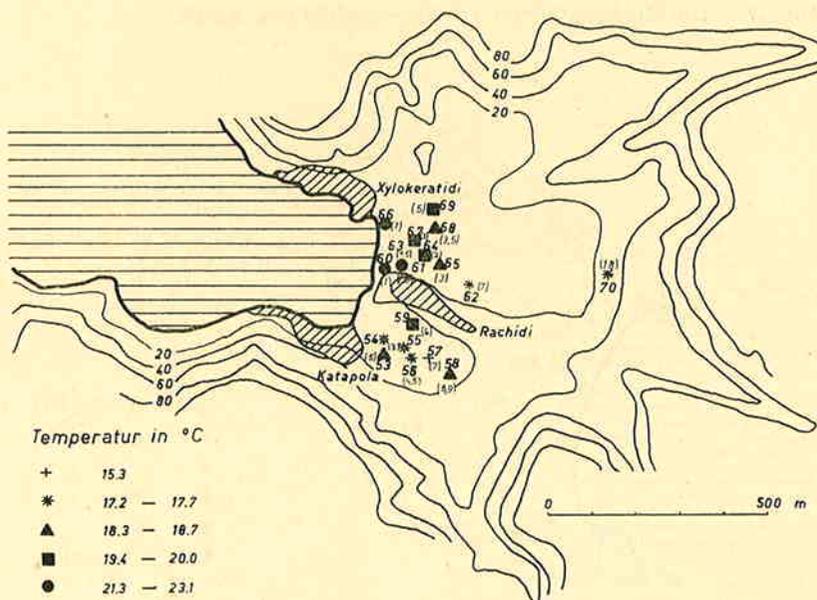


Abb. 16: Die Temperaturen der Brunnenwässer im Kampos von Katapola. Die in Klammern angegebenen Ziffern bedeuten die Tiefen des Wasserspiegels unter der Oberfläche.

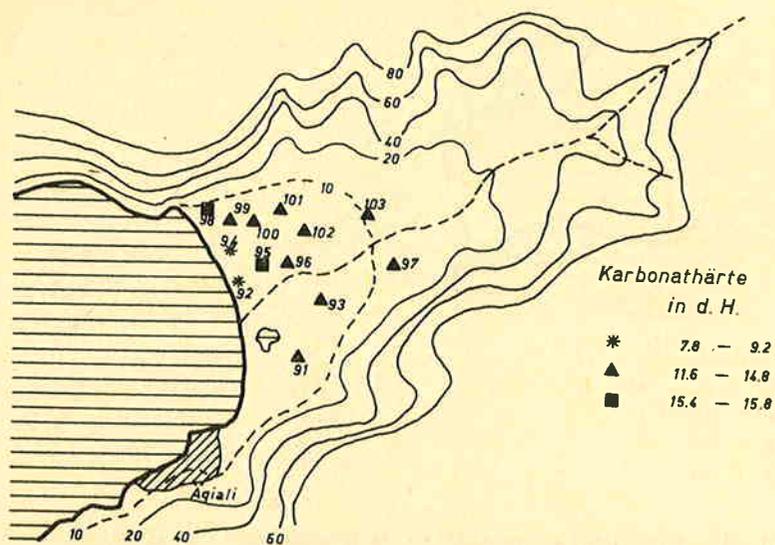


Abb. 17: Die Karbonathärten im Brunnenfeld von Ägiali.

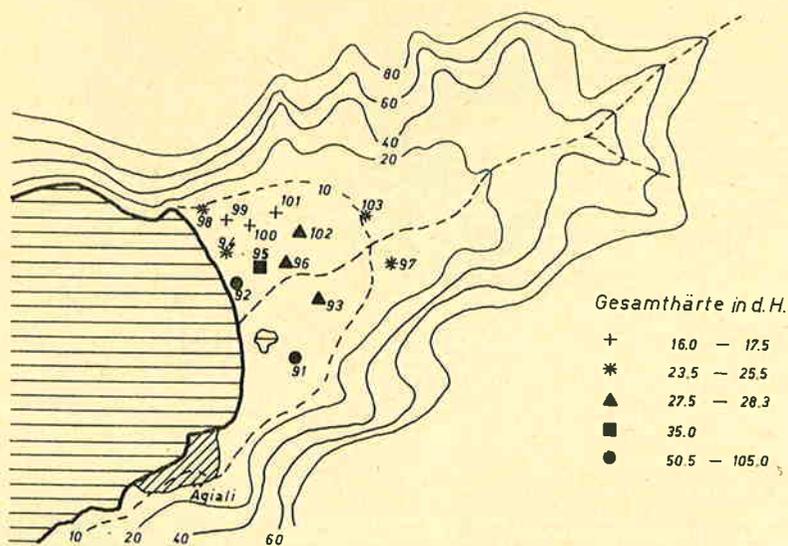


Abb. 18: Die Gesamthärten im Brunnenfeld von Ägiali.

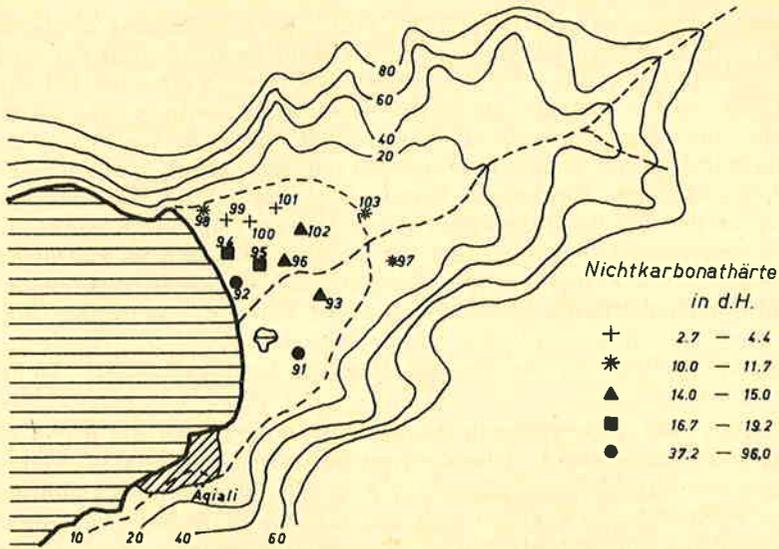


Abb. 19: Die Nichtkarbonathärten im Brunnenfeld von Ägiali.

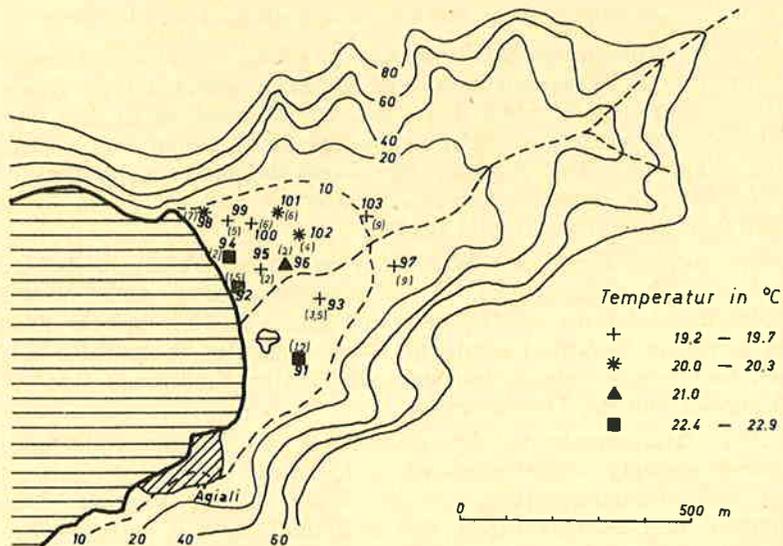


Abb. 20: Die Temperaturen der Brunnenwässer im Kampos von Ägiali. Die in Klammern angegebenen Ziffern bedeuten die Tiefen des Wasserspiegels unter der Oberfläche.

ihren Ausdruck finden würde. Im südlichen Feld ist eine solche bei den untersuchten Brunnen überhaupt nicht nachzuweisen, im nördlichen sind nur die sehr küstennahen Brunnen (Nr. 63, 66) verbracket, wobei der am stärksten versalzene Brunnen Nr. 66 nur 6 m vom Meer entfernt ist. Die generell höheren Werte der Gesamthärte im nördlichen Feld hängen mit den hier ebenfalls höheren Karbonathärten zusammen. Dieser Umstand ist darauf zurückzuführen, daß der Schotterkörper dieser beiden Teile der Küstenebene aus verschiedenen Einzugsgebieten stammt. Während im Hinterland des südlichen Feldes ein geschlossenes Schieferareal liegt, in dem Karbonatgesteine als Einlagerungen nur eine untergeordnete Rolle spielen, ist im Einzugsgebiet des nördlichen Feldes das hoch aufragende Kalkmassiv des Prothit Ilias der hauptsächlichste Schuttlieferant.

Auch hier widerspiegeln die Wassertemperaturen die gegen die Küste zu abnehmende Überdeckung des Grundwassers (s. Tiefenlagen des Grundwasserspiegels in Abb. 16). Geringe Abweichungen der Temperaturen ergeben sich aus lokalen Einflüssen, wie unterschiedliche Sonnenbestrahlung, Brunnendurchmesser oder Pump-tätigkeit. So wurde am 29. Juli 1964 die tiefste Temperatur beim Brunnen Nr. 56 gemessen, aus dem unmittelbar vorher eine größere Wassermenge mittels einer Motorpumpe gefördert worden war.

In der Auflandungsebene von Ä g i a l i weisen im küstenferneren Hauptfeld die Brunnenwässer eine ziemlich gleichmäßige Karbonathärte von 11,6 bis 14,8 d. H. auf. Die Gesamthärten und dementsprechend auch die Nichtkarbonathärten nehmen von Norden nach Süden zu. Die stärkste Meerwasserbeimischung zeigen die Brunnen Nr. 91 (200 m vom Meer entfernt!) und vor allem Nr. 92 (50 m vom Meer; vgl. Abb. 17 bis 20).

Die Kartogramme der Wasserhärten lassen erkennen, daß zumindest die sommerliche Grundwasserbewegung von Wasserzuflüssen aus den die Küstenebene von Ägiali im Norden begrenzenden Schiefen bestimmt wird. Die Darstellung der Temperatur zeigt auch hier wieder, abgesehen von den lokalen Einflüssen, eine Abhängigkeit von der Überdeckung.

Eine Zusammenschau der Ergebnisse der chemisch-physikalischen Messungen zeigt insbesondere durch die starke Differenziertheit der Karbonathärten, Gesamthärten, elektrolytischen Leitfähigkeit und Temperaturen, daß sich im Bergland kein größerer zusammenhängender unterirdischer Wasserkörper bilden konnte. Für die ausgedehnteren Grundwasserkörper in den Küstenebenen hingegen geben die chemisch-physikalischen Untersuchungen die

Möglichkeit, ihre Kapazität bzw. Gefährdung durch eine Überforderung (Verbrackung) zu beurteilen.

Eine Sonderstellung in ihrer chemischen Zusammensetzung nehmen Brunnen Nr. 72 und Quelle Nr. 71 unmittelbar nördlich der Bucht von Katapola ein. Dieses Quellwasser wird von der Bevölkerung bei Magen- und Darmbeschwerden getrunken.

Bei unserem Besuch wies das aus stark geschieferten Konglomeraten austretende Wasser eine Temperatur von 21,6 °C auf. Die Schüttung betrug nur etwa 0,02 l/s.

Eine von Herrn G. KANZLER (Instiut für Mikrobiologie und Wassertechnologie; Vorstand Prof. Dr. K. STUNDL) in Graz durchgeführte Analyse lieferte folgende Ergebnisse:

Aussehen	klar, farblos
pH	7,7
Alkalität	6,08
Karbonathärte	17,0 dH
Gesamthärte	28,7 dH
Nichtkarbonathärte	9,7 dH
CaO	162,4 mg/l
MgO	82,2 mg/l
Na ₂ O	194,0 mg/l
K ₂ O	8,0 mg/l
Mn	nicht nachweisbar
Fe	Spur
NH ₄ ⁺	nicht nachweisbar
NO ₂ '	nicht nachweisbar
Cl'	490,0 mg/l
SO ₄ "	117,5 mg/l
PO ₄ '''	Spur
Kaliumpermanganatverbrauch	10,1 mg/l
Leitfähigkeit	1840 × 10 ⁻⁶ S bei 16 °C

Die vorliegenden Analysenergebnisse zeigen ein leicht alkalisches Quellwasser. Das Wasser ist als hart zu bezeichnen. Hervorstechend sind die hohen Chlorid- und Sulfatwerte. Die überwiegende Menge des Chlors ist an Natrium gebunden. Die Menge an Calcium ist fast doppelt so hoch wie die des Magnesiums.

Eine Beimengung von Meerwasser kommt wegen der Höhenlage nicht in Frage. Das Einzugsgebiet dieser Wässer liegt in den

permischen „Kryonéri-Dolomiten“. In diesem Schichtkomplex mit seinen bunt gefärbten Tonschiefereinschaltungen ist auf Grund dieser Analysenergebnisse das Auftreten von Gips- und Salzeinlagerungen zu vermuten.

Zur Beurteilung einer eventuellen praktischen Nutzung dieses Mineralwassers wäre eine genauere chemische Untersuchung notwendig.

Schlußfolgerungen

Den vorangegangenen Ausführungen ist zu entnehmen, daß auf Amorgos die Voraussetzungen für eine unterirdische Wasserspeicherung sowohl von der klimatischen als auch von der geologisch-morphologischen Seite her als ungünstig zu bezeichnen sind.

Die Lage in der niederschlagsärmsten Zone Griechenlands (Abb. 4) und der Umstand, daß von den durchschnittlich 300 bis 400 mm jährlichen Niederschlägen noch ein beträchtlicher Teil der Verdunstung anheim fällt, bewirken, daß der Versickerung von vornherein nur sehr geringe Wassermengen zur Verfügung stehen. Diese Verhältnisse werden durch die ungünstige jahreszeitliche Verteilung und die hohe Dichte der Niederschläge besonders bei den ersten Herbstregen noch zusehends verschärft. Diese fördern den Anteil des oberirdischen Abflusses, der infolge der vollständigen Entwaldung im stark bewegten Relief ohnedies sehr hoch ist. So kommt es, daß an den steilen Hängen, besonders in den höheren Bereichen, Boden und Verwitterungsschwarte weitgehend abgeschwemmt sind.

Am krassesten tritt das Fehlen einer Verwitterungs- und Vegetationsdecke in den Gebieten der Karbonatgesteine hervor. Dies mindert zwar in diesen verkarsteten Arealen den Anteil der Verdunstung und des oberirdischen Abflusses, bei der Kleinheit der geschlossenen Karststöcke kann sich aber trotzdem im Inneren des Bergleibes kein wesentlicher Karstwasserkörper entwickeln. Die kleinen Karstsysteme entleeren sich noch weitgehend während der Regenzeit, wofür das völlige Fehlen von bedeutenderen Küstenquellen an den Steilküsten der Karbonatgesteine spricht.

Die leichter verwitternden Schiefer lassen an den Verebnungen und flacheren Hangabschnitten eine bescheidene Speicherung in der hier z. T. erhaltenen Verwitterungsschwarte bzw. in den aufgelockerten oberflächennahen Gesteinspartien zu. Die relative Häufung kleiner und kleinster Quellen und zahlreicher Brunnen in diesen Arealen ist ein Ausdruck dieser Verhältnisse. Bei der geringen

Mächtigkeit des Speicherkörpers wirken sich aber niederschlagsarme Winter stark aus, und so ist bei den allgemeinen klimatischen Bedingungen auch durch technische Maßnahmen weder eine wesentliche Steigerung der Quellschüttungen noch der Ergiebigkeit der Brunnen zu erhoffen. Auch die Möglichkeit, zusätzliche Brunnen mit Erfolg abzuteufen, ist beschränkt. Wo Brunnen und Quellaustritte sich direkt im eng verbauten Gebiet befinden, ist zudem infolge der mangelnden Kanalisation die Güte der Wässer stark beeinträchtigt.

Es ist daher im Bergland eine bescheidene Besserung der Verhältnisse nur durch die Speicherung von oberflächlich abfließendem Wasser zu erzielen. Dabei ist es eine Frage, ob auf diese Weise eine ausreichende Wassermenge zur Bewässerung auch nur kleinerer Anbauflächen gesichert werden kann. Wohl aber müßte sich durch eine planvolle Anlage von Großzisternen die Wasserversorgung der Bevölkerung der geschlossenen Siedlungen wesentlich günstiger gestalten lassen.

Auffällig ist die Wasserarmut um die Ortschaften Arkesini und Kolophana. Arkesini, Thistrata und Ag. Trias liegen an den Hängen einer alten ostwest-streichenden Talung und sind gänzlich auf Zisternenversorgung angewiesen. In der breiten Talsenke zwischen den Ortschaften liegt zweifelsohne ein mächtigerer Körper von Lockersedimenten. Dies wird durch die Abteufung zweier Brunnenschächte in der Mitte der Talung bestätigt, die laut Angabe des Bürgermeisters von Arkesini in 10 m Tiefe wegen technischer Schwierigkeiten eingestellt wurde, ohne daß der Felsuntergrund erreicht worden wäre.

Da die in der Regenzeit von den Nordhängen des Korakas abfließenden Wässer in dieser Talsenke versickern, wäre der Versuch einer neuerlichen Brunnenabteufung in größere Tiefe gerechtfertigt. Aber selbst bei einem positiven Ergebnis dieser Brunnenschachtung ist nicht mit der Erschötung von Wassermengen zu rechnen, die für die Bewässerung des umliegenden, an und für sich guten Ackerlandes ausreichen würde. Der Brunnen könnte aber zur Entlastung der Wasserversorgung der benachbarten Ortschaften beitragen.

Auch im landwirtschaftlich genutzten Becken von Kolophana besteht nur ein einziger das ganze Jahr über Wasser führender Brunnen. Der 10 m tiefe Schacht wurde in stärker verwitterten Schiefeln niedergebracht. Auch hier müßte es nach systematischen Detailuntersuchungen möglich sein, weitere, allerdings bescheidene Wasservorkommen zu erschließen.

Sicher wäre durch eine Tiefbohrung in der aus Kreidekalken

bestehenden, zum Katokampos abfallenden Geländestufe Wasser zu gewinnen. Wie jedoch der am hinteren Ende des Katokampos ebenfalls in den Kalk hinabreichende Brunnen (Nr. 10) zeigt, ist der Grundwasserspiegel in diesem Kalkareal erst nahe dem Meeresniveau zu erwarten. Damit besteht bei der nicht weit entfernten Küste die Gefahr, daß bei einer stärkeren Entnahme Salzwasser nachgezogen wird, wie dies bereits beim Brunnen Nr. 8 im Katokampos der Fall ist (Seite 133). Es müßten also der Abteufung einer tieferen Bohrung noch genauere Untersuchungen vorangehen..

Auch im ganzen anschließenden Brunnenfeld des Katokampos kann die Wasserentnahme nicht mehr wesentlich gesteigert werden, da sich heute schon Ansätze zur Versalzung zeigen, obwohl dieses kleine Brunnenfeld nicht nur durch die Niederschläge, sondern auch durch die fast vollständige Versickerung des oberirdischen Abflusses aus dem Becken von Kolophana gespeist wird.

Günstiger liegen die Verhältnisse in den größeren Grundwasserfeldern der Küstenebenen von Katapola und Ägiali. Hier machte sich eine Versalzung bisher nur in einigen küstennahen Brunnen bemerkbar. Die Nutzung beschränkt sich derzeit auf die unteren Bereiche der Anlandungsebenen, weil hier mit Brunnen bis zu maximal 9 m Tiefe das Auslangen gefunden wird (Abb. 16 und 20). Da die Ebenen aber bedeutend weiter zurückreichen, und auch ein entsprechendes Einzugsgebiet vorhanden ist, könnten durch die Abteufung tieferer Brunnen im Hinterland noch weitere Wassermengen erschrotet werden, wie der 18 m tiefe Brunnen (Nr. 70) im Kampos von Katapola beweist. Aber auch hier sind der Erweiterung der Entnahmen Grenzen gesetzt, da infolge der geringen Niederschlagshöhen die Ergänzung des Grundwassers beschränkt ist.

Geringfügige Möglichkeiten zur weiteren Wassererschließung bieten sich noch in bescheidenen Sedimentkörpern am Ausgang kleinerer Täler an der Nordwestküste. So erstreckt sich bei Ag. Pavlos ein pleistozäner Schuttkegel, auf dem in Küstennähe zwei Brackwasser führende Brunnen liegen (Nr. 81, 82). Es ist zu erwarten, daß durch die Abschachtung eines tieferen, weiter bergwärts gelegenen Brunnens Süßwasser erschrotet werden kann. Dieser Brunnen könnte das für die hier lebenden fünf Familien (etwa 50 Seelen) notwendige Trinkwasser liefern. Größere Wassermengen für Bewässerungszwecke sind nicht zu erwarten.

In dem südwestlich der Bucht von Katapola gelegenen Ormos Foinikais müßte es ebenfalls möglich sein, in den dort befindlichen kleinen Schotterterrassen durch eine Brunnenabschachtung Wasser für die Bewässerung kleiner Gärten zu gewinnen, da dieses hier nicht für Siedlungen benötigt würde.

Auch im Ormos Ag. Saranda ist eine bescheidene Wassererschötung in der dort befindlichen kleinen Schotterfüllung möglich. In dieser Anlandung versickert der stärkste sommerliche Wasseraustritt der Insel (Quelle Nr. 16), der etwas höher liegt. Da auch das austretende Quellwasser kaum genutzt wird, liegt dieses Wasservorkommen nahezu völlig brach, was wohl z. T. auf seine ungünstige Lage zurückzuführen ist.

Abschließend ist also festzustellen, daß auf Amorgos nur in einigen Grundwasservorkommen noch eine bescheidene Reserve für die Erweiterung von Bewässerungsanlagen vorhanden ist. Alle anderen kleinen Verbesserungsmöglichkeiten sind für die Bewässerung unbedeutend und müßten wohl in erster Linie einer wenigstens teilweisen Linderung des Trink- und Nutzwassermangels dienen.

Auszug aus dem Quellen-

Quelle Nr.	Wasser- temperatur in °C	Schüttung zur Zeit d. Auf- nahme in l/s	Karbonat- härte i. d. H.	Gesamthärte in d. H.
1	19,8	—	12,9	14,5
2	21,7	—	15,8	42,5
3	21,6	—	13,6	38,0
4	22,8	—	16,5	32,0
5	21,0	—	14,1	32,5
6	21,0	—	15,1	24,8
7	19,8	—	14,7	27,0
8	19,3	—	13,7	40,5
9	19,7	—	10,2	16,5
10	19,0	—	17,9	21,8
10a	19,6	—	16,8	17,5
11	24,3	unter 0,01	11,2	6,5
12	n. m.	unter 0,01	16,2	19,0
13	18,8	0,03	14,0	18,0
14	18,2	—	19,9	18,5
15	19,5	0,02	16,2	20,8
16	20,7	0,75	14,0	18,5
17	n. m.	unter 0,01	9,7	13,0
18	17,8	0,04	11,6	17,0
19	22,9	unter 0,01	14,6	19,5
20	n. m.	unter 0,01	15,7	21,5
21	n. m.	0,02	12,9	16,0

und Brunnenkataster

Elektr. Leitfähigkeit in 10^{-6} S bei 16° C	Ortsbezeichnung bzw. Anmerkung
994	im Brunnenschacht gefaßte Quelle nahe der Küste im Ormos Paradisia
3484	Brunnen im Brunnenfeld von Katokamos, brackig
2858	Brunnen im Brunnenfeld von Katokamos, brackig
2792	Brunnen im Brunnenfeld von Katokamos, brackig
2375	Brunnen im Brunnenfeld von Katokamos, brackig
1926	Brunnen im Brunnenfeld von Katokamos
1954	Brunnen im Brunnenfeld von Katokamos
2922	Brunnen im Brunnenfeld von Katokamos, brackig, Messung und Probennahme unmittelbar nach Pumpfähigkeit
1071	Brunnen im Brunnenfeld von Katokamos
1287	Brunnen im Brunnenfeld von Katokamos
1012	Brunnen in Kolophana
1148	Schichtgrenzquelle an der Küste südöstlich von Arkesini
1227	kleiner Quellhorizont in Schiefeln südlich von Kamari
967	Fassung für Kamari und Vrutsi
1044	Brunnen beim Kloster Ag. Nikolaos nahe Kamari
1211	Quelle in Schiefeln nordöstlich von Kamari
1053	Quelle im Hinterland des Ormos Ag. Saranda; stärkste sommerliche Wasserführung von Amorgos
881	Schieferquelle im Raume Levkas
861	Schieferquelle im Raume Levkas
995	Schieferquelle an der Küste des Ormos Foinikais
1015	Quelle im Hinterland des Ormos Foinikais
821	Quelle im Hinterland des Ormos Foinikais

Quelle Nr.	Wasser- temperatur in °C	Schüttung zur Zeit d. Auf- nahme in l/s	Karbonat- härte i. d. H.	Gesamthärte in d. H.
22	19,5	n. m.	14,3	18,5
23	n. m.	0,02	10,9	21,8
24	21,8	n. m.	15,4	23,0
25	21,8	n. m.	14,1	20,5
26	17,3	0,25	12,9	22,0
27	22,6	0,07	10,9	15,8
28	n. m.	0,01	11,8	19,8
29	n. m.	n. m.	13,3	21,0
30	n. m.	n. m.	16,9	20,0
31	n. m.	n. m.	17,5	21,8
32	n. m.	—	14,3	17,0
33	21,4	n. m.	16,1	20,0
34	19,8	0,15	10,6	14,0
35	n. m.	0,01	10,4	13,2
36	17,8	—	14,6	28,0
37	17,5	—	15,0	30,0
38	n. m.	—	10,2	16,5
39	17,4	—	11,2	14,5
40	17,3	—	13,9	17,5
41	18,3	—	17,4	22,0
42	17,8	—	11,6	24,0
43	17,6	—	9,1	18,5
44	19,2	—	9,5	15,5
45	16,9	—	11,2	13,0
46	16,8	—	8,0	12,7
47	17,9	—	12,0	22,8
48	20,0	—	16,9	20,0
49	21,5	n. m.	17,1	21,5

Elektr. Leitfähigkeit in 10^{-6} S bei 16° C	Ortsbezeichnung bzw. Anmerkung
778	Quelle im Hinterland des Ormos Foinikais
1272	Quelle an der Südküste von Stavros
1166	Schieferquelle im Raume Stavros
1085	Schieferquelle im Raume Stavros
1076	Kaminia
885	gefaßte Quelle OSO Kaminia
968	Quelle bei der verfallenen Mühle nordöstlich Kaminia
1015	Quelle am Saumpfad zwischen Kaminia und Chora
958	Schieferquelle im Graben südwestlich Chora
1056	Schieferquelle im Graben südwestlich Chora
778	Brunnen in Schiefeln südlich Chora
1052	Schichtgrenzquelle am Küstenhang südöstlich Chora
684	Schichtgrenzquelle am Küstenhang südöstlich Chora
679	Schichtgrenzquelle am Küstenhang südöstlich Chora
1800	Brunnen im Ort Chora
1802	Brunnen im Ort Chora
786	Brunnen im Ort Chora
657	Brunnen im Ort Chora
750	Brunnen im Graben nordwestlich Chora
1082	Brunnen im Graben nordwestlich Chora
1436	Brunnengruppe im Graben nordwestlich Chora unmittelbar unter dem Ort
1045	Brunnen im Ort Chora
724	Brunnen im Ort Chora
614	Brunnen im Ort Chora
608	Brunnen im Ort Chora
1052	Brunnen im Ort Chora
1005	Brunnen im Graben nordwestlich Chora
1017	Quelle im Graben nordwestlich Chora

Quelle Nr.	Wasser- temperatur in °C	Schüttung zur Zeit d. Auf- nahme in l/s	Karbonat- härte i. d. H.	Gesamthärte in d. H.
50	17,4	0,01	14,3	18,5
51	n. m.	n. m.	17,2	22,7
52	18,3	ca. 0,2	10,9	14,5
53	n. m.	—	14,0	19,0
54	17,5	—	11,9	17,8
55	17,3	—	12,3	20,0
56	17,7	—	11,2	15,8
57	15,3	—	11,3	18,7
58	18,7	—	17,6	20,0
59	20,0	—	13,6	19,3
60	22,3	—	17,1	20,8
61	21,3	—	14,8	18,5
62	17,5	—	12,3	17,0
63	n. m.	—	19,3	30,0
64	19,7	—	16,8	21,7
65	18,4	—	16,0	19,5
66	23,1	—	16,5	57,0
67	19,4	—	18,5	27,0
68	18,7	—	17,2	23,5
69	19,7	—	17,6	23,0
70	17,2	—	14,8	18,0
71	21,6	0,02	18,9	29,8
72	n. m.	—	19,6	33,0
73	16,8	n. m.	5,0	9,0
74	18,1	n. m.	6,4	9,8
75	17,2	0,01	11,8	16,5
76	17,5	0,06	13,0	17,0
77	n. m.	—	14,0	18,0
78	n. m.	—	15,5	19,8
79	n. m.	—	16,1	22,0

Elektr. Leitfähigkeit in 10^{-6} S bei 16° C	Ortsbezeichnung bzw. Anmerkung
924	Quelle im Graben nordwestlich Chora
1172	Quelle im Graben nordwestlich Chora
788	Quellfassung für Katapola
912	Brunnen im Brunnenfeld von Katapola
886	Brunnen im Brunnenfeld von Katapola
996	Brunnen im Brunnenfeld von Katapola
853	Brunnen im Brunnenfeld von Katapola
930	Brunnen im Brunnenfeld von Katapola, Messung unmittelbar nach längerer Pump-tätigkeit
852	Brunnen im Brunnenfeld von Katapola
901	Brunnen im Brunnenfeld von Katapola
1070	Brunnen im Brunnenfeld von Katapola
1002	Brunnen im Brunnenfeld von Katapola
858	Brunnen im Brunnenfeld von Katapola
1751	Brunnen im Brunnenfeld von Katapola (Ab-wässer?)
1075	Brunnen im Brunnenfeld von Katapola
994	Brunnen im Brunnenfeld von Katapola
4525	Brunnen im Brunnenfeld von Katapola (brackig)
1417	Brunnen im Brunnenfeld von Katapola
1175	Brunnen im Brunnenfeld von Katapola
1128	Brunnen im Brunnenfeld von Katapola
964	Brunnen im Brunnenfeld von Katapola
1692	Quelle nordwestlich Xylokeratidi
1802	Brunnen nördlich von Quelle Nr. 71
726	Quelle „Krionero“
750	Quelle im Graben östlich Prophit Ilias
788	Quelle in der Landschaft Richti
741	stärkste Quelle der Landschaft Richti
900	Brunnen in der Landschaft Richti
926	Brunnen in der Landschaft Richti
968	Brunnen in der Landschaft Richti

Quelle Nr.	Wasser- temperatur in ° C	Schüttung zur Zeit d. Auf- nahme in l/s	Karbonat- härte i. d. H.	Gesamthärte in d. H.
80	n. m.	—	18,2	24,0
81	22,0	—	13,9	49,5
82	20,6	—	11,1	37,8
83	16,6	—	9,2	15,8
84	18,6	0,05	4,9	6,8
85	16,3	0,2	4,2	6,0
86	18,5	—	10,9	12,0
87	17,8	—	9,0	12,8
88	17,8	—	14,6	11,5
89	18,8	n. m.	9,8	19,8
90	17,8	—	11,2	17,0
91	22,9	—	13,3	50,5
92	n. m.	—	9,2	105,0
93	19,7	—	14,0	28,3
94	22,4	—	7,8	24,5
95	19,2	—	15,8	35,0
96	21,0	—	14,0	28,0
97	19,4	—	11,8	23,5
98	20,0	—	15,4	25,5
99	19,2	—	14,8	17,5
100	19,6	—	13,3	16,0
101	20,3	—	11,6	16,0
102	20,2	—	12,6	27,5
103	19,7	—	14,1	24,0
104	17,2	—	9,4	11,0
105	19,2	n. m.	11,5	13,5
106	20,6	n. m.	11,6	17,0
107	18,1	—	10,8	14,5
108	17,9	—	10,9	16,5

Elektr. Leitfähigkeit in 10^{-6} S bei 16° C	Ortsbezeichnung bzw. Anmerkung
1028	Brunnen in der Landschaft Richti
5780	Brunnen bei Ag. Pavlos; brackig
4740	Brunnen bei Ag. Pavlos; brackig
833	Brunnen in Asphondilitis
568	Schichtgrenzquelle im Ormos Khalara
468	Quelle im Ormos Khalara
601	Brunnen nahe Saumpfad von Asphondilitis nach Potamos
676	Brunnen südwestlich von Potamos
739	Brunnen am Westrand von Potamos
1037	Quellfassung für Ägiali (Hotel)
808	Brunnen östlich von Potamos
4740	Brunnen im Brunnenfeld nordöstlich von Ägiali; brackig
10100	Brunnen im Brunnenfeld nordöstlich von Ägiali; sehr brackig
1855	Brunnen im Brunnenfeld nordöstlich von Ägiali
1770	Brunnen im Brunnenfeld nordöstlich von Ägiali
1937	Brunnen im Brunnenfeld nordöstlich von Ägiali
1730	Brunnen im Brunnenfeld nordöstlich von Ägiali
1450	Brunnen im Brunnenfeld nordöstlich von Ägiali
1340	Brunnen im Brunnenfeld nordöstlich von Ägiali
904	Brunnen im Brunnenfeld nordöstlich von Ägiali
811	Brunnen im Brunnenfeld nordöstlich von Ägiali
802	Brunnen im Brunnenfeld nordöstlich von Ägiali
2150	Brunnen im Brunnenfeld nordöstlich von Ägiali
1200	Brunnen im Brunnenfeld nordöstlich von Ägiali
455	Brunnen östlich von Langadia
652	Quelle im Graben nördlich Langadia
795	Quellfassung am Saumpfad von Langadia nach Tholaria
598	Brunnen nordöstlich von Langadia
670	Brunnen nordöstlich von Langadia

Quelle Nr.	Wasser- temperatur in °C	Schüttung zur Zeit d. Auf- nahme in l/s	Karbonat- härte i. d. H.	Gesamthärte in d. H.
109	17,6	—	8,7	8,8
110	19,2	—	7,8	9,5
111	18,4	—	12,3	18,0
112	22,0	0,02	13,6	16,0
113	21,8	—	12,3	15,5
114	18,2	—	15,7	17,8
115	21,9	n. m.	13,4	17,0
116	20,6	—	11,6	14,5
117	20,7	—	14,1	21,5
118	21,0	0,1	9,2	17,0
119	20,0	0,1	6,7	15,5
120	22,5	ca. 0,01	9,0	19,5

Elektr. Leitfähigkeit in 10^{-6} S bei 16° C	Ortsbezeichnung bzw. Anmerkung
347	Brunnen nordöstlich von Langadia
465	Brunnen nordöstlich von Langadia
845	Brunnen, Zuleitung nach Tholaria
775	Quelle südwestlich von Tholaria
851	Brunnen südwestlich von Tholaria
944	Brunnengruppe westlich von Tholaria
822	Quelle WSW von Tholaria
746	Brunnen WSW von Tholaria
1147	Brunnen an der Nordküste der Bucht von Ägiali
1040	Quelle an der Küste westlich von Tholaria
859	Quelle an der Küste westlich von Tholaria
1398	Quelle an der Küste westlich von Tholaria

Literaturnachweis

- MARINOS, G.: Geological Reconnaissance of Bauxite on the Island of Amorgos. Geological Reconnaissance, Report Nr. 16, Institute for Geology and Subsurface Research, Athens 1954.
- MARIOLOPULOS, E. G., & A. N. LIVATHINOS: Atlas climatique de la Grece. Observ. Nat. d'Athènes, 1935.
- PFANNENSTIEL, M.: Erläuterungen zu den bathymetrischen Karten des östlichen Mittelmeeres. Bull. de L'Inst. Océanographique, Monaco, No. 1192, 1960.
- PFANNENSTIEL, M., & G. GIERMANN: Bathymetrische Karte des östlichen Mittelmeeres, Blatt 5: Ägäis. Musée Océanographique de Monaco, 1960.
- PHILIPPSON, A.: Beiträge zur Kenntnis der griechischen Inselwelt (mit 4 Karten). Pet. Mitt., Erg.H. 134, Gotha 1901.
- PHILIPPSON, A.: Das Klima Griechenlands. Bonn 1948.
- PHILIPPSON, A.: Die griechischen Landschaften. IV, Frankfurt/M. 1959.
- RENZ, C.: Die Geologie Griechenlands. I. Stratigraphische Untersuchungen im griechischen Mesozoikum und Paläozoikum. Jahrb. Geol. Reichsanst., 60, 3, Wien 1910.
- RENZ, C.: Beiträge zur Geologie der Kykladeninsel Amorgos. Eclogae geologicae Helvetiae, 26, 1933.
- RENZ, C.: Die Tektonik der griechischen Gebirge. Pragmateiai Akad. Athen, 8, 1940.
- RENZ, C.: Die Tektonik der griechischen Gebirge. Memoires de l'Acad. d'Athènes, 8, Athen 1940.
- RENZ, C.: Beiträge zur Stratigraphie und Paläontologie des ostmediterranen Jungpaläozoikums etc. Eclogae geol. Helvetiae, 38, 1945 (46).
- RENZ, C.: Die vorneogene Stratigraphie der normalsedimentären Formationen Griechenlands, Athen 1955.
- RENZ, C., LIATSIKAS, N., & I. PARASKEVAIDIS: Geologic map of Greece 1:500.000. Institute for Geology and Subsurface Research, Ministry of Coordination, Athen 1954.
- SCHAMP, H.: Luftkörperklimatologie des griechischen Mittelmeergebietes. Frankfurter geographische Hefte, 1939.
- WEINMANN, B.: Vorläufiger Bericht über die Bodenverhältnisse der Kykladeninsel Amorgos. Hellenika, 3, 1964, München 1964.
- ZSIGMONDY, A. v.: Griechische Eisenerzvorkommen. Földtani Közlöny, 44, 1914.
- Karten: Aegean Islands 1:50.000. Amorgos West & Amorgos East Compiled and drawn by 46 Survey Coy., S. A. E. C., Reproduced by 512 Fd. Survey Coy., R. E., Sept. 1943.
US Army Service (ESCS & H), Corps of Engineers, Washington D. C., Edition 1-AMS (first printing 11-55), Greece 1:50.000, Sheet 2514 I, 2614 IV, Series M 708, Amorgos, Washington 1955.

Anschriften der Verfasser:

Dozent Dr. V. MAURIN und Dozent Dr. J. ZÖTL,
Vereinigung für hydrogeologische Forschungen in Graz,
Graz, Rechbauerstraße 12.