

# **Türkeiexkursion**

TU Bergakademie  
Freiberg

1998

## **Inhaltsverzeichnis**

1.	Einleitung (U. Nestmann)	3
2.	İzmit und Yuvacık-Staudamm (K. Ruttloff)	8
3.	Sapanca-Region (A. Wolf)	14
4.	Ulu Dağ (B. Fritsche)	17
5.	Efes und Großer Mäander (U. Nestmann)	19
6.	Menderes-Block (S. Pelkner)	21
7.	Pamukkale (O. Grassmann)	25
8.	Mittlerer Taurus – Köprülü Canyon (H. Feldmann)	28
9.	Taurus und Süd-Zentralanatolien (A. Michalski)	30
10.	Meke-Krater und Obruk Yaylası (A. Michalski)	33
11.	Kappadokien (K. Michalski)	37
12.	İhlara-Schlucht (D. Zerna)	42
13.	Tuz Gölü – Der große Salzsee (A. Wolf)	45
14.	Ophiolith-Komplex bei Ankara	47

# 1. Einleitung

(Ute Nestmann)

Die Türkei ist ein Land, das sich in Vorderasien und Südosteuropa befindet. Das Staatsgebiet grenzt im NW an Bulgarien und Griechenland, im N an das Schwarze Meer, im NE an Georgien und Armenien, im E an den Iran, im S an den Irak, Syrien und an das Mittelmeer sowie im W an das Ägäische Meer. Die Hauptstadt der Türkei ist Ankara.

Die moderne Türkei ist ein Teil des Osmanischen Reiches und wurde 1923 nach dessen Zusammenbruch in Folge des 1. Weltkrieges von Mustafa Kemal Atatürk gegründet. 1928 wurde das Land zu einem säkularen Staat und 1950 wurde das Mehrparteiensystem eingeführt. Bis 1980 wurde sie von einer Zivilregierung verwaltet, außer 1960/61, da stand sie unter Kontrolle des Militärs. Von 1980-1983 ergriff das Militär wegen politischer Unbeständigkeit, steigender Inflation und Terroranschlägen erneut die Macht. Ende 1983 wurde wieder eine Zivilregierung eingesetzt.

Die Türkei hat ca. 60,8 Mio. Einwohner, und somit eine Bevölkerungsdichte von 78 Einwohnern je Quadratkilometern. Die dichtbesiedelsten Gebiete sind Istanbul und die Küstenregionen.

Zu 90% besteht die Türkei aus Gebirgsland und hat eine territoriale Ausdehnung von ca. 814579 km<sup>2</sup> groß. Der Hochlandblock Kleinasien, auch Anatolien genannt, ist von 3 Seiten vom Meer umgeben. Der Taurus im S und SE und das pontische Gebirge im N umschließen Anatolien. Im wannenartigen Zentrum befinden sich flache, manchmal seengefüllte Senken (Ovas), die durch verschiedene niedrige Plateauschwellen (Yayla) voneinander getrennt sind. Grabensysteme charakterisieren die morphologische Struktur des Landes. Zum Beispiel der Maraş-Graben und andere Senkenzonen begleiten das Amanus-Gebirge und den äußeren Bogen des östlichen Taurus. Den Innenbogen des Taurus prägen die Ecmis-Senke, die Develi-Kayseri-Depression und die Kızılırmak-Furche. Westanatolien wird hauptsächlich durch die tief nach E in die Landmassen eingreifenden Längssenken (z. B. Menderes-Graben) bestimmt. Typisch für die nördliche Gebirgsumrahmung ist die Nordanatolische Hauptverwerfung, die dem Streichen des Pontus folgt und ihre westliche Fortsetzung in der Bucht von İzmit, im Marmara-Becken und im Golf von Saros hat. Der Grund für die anatolischen Grabenstrukturen wird durch die Plattentektonik erklärt. Der afroarabische Kontinent drückt den Zwickel der anatolischen Teilplatte nach N-NE gegen die Eurasische Platte und taucht in SE-Anatolien unter Kleinasien ab. Der anatolische Block wird dadurch nach W gequetscht. Durch diesen Druck falteten sich im Tertiär der Pontus im N, der Taurus im S und das iranische Faltengebirge im E auf. Im Quartär reagierte der anatolische Block auf den Plattendruck "starr" mit Bruchtektonik und zerlegte Kleinasien in zunehmenden Maße in Gräben, Senken und Horste. Entlang dieser Schwäche- und Senkenlinien reihten sich mehrere Thermal- und Mineralquellen an, die mit Vulkanismus und Erdbeben einhergehen. Etwa 95% der Bevölkerung leben in den erdbebengefährdeten Gebieten.

Größere Flüsse überwinden den Weg zum Meer in Engtalstrecken von Senke zu Senke. Kleinere Flüsse münden in abflußlosen salzigen Flachseen im Landesinneren.

Die Bergländer Westanatoliens gliedern sich in eine NS angeordnete Abfolge von markanten, waldreichen Horsten und tiefen Grabenbrüchen. Im E verzahnen sich der Taurus und der

Pontus um das Großbecken des Vansees zu den Bergländern Kurdistans und den Basalthochflächen Altarmeniens. Sie werden dort von hohen Vulkanen überragt. Im S befindet sich die weitläufige Plateaulandschaft des nördlichen Mesopotamien, das vom Bogen des südöstlichen Taurus, dem Euphrat und Tigris eingerahmt wird.

## Naturräumliche Grobgliederung

Die Türkei läßt sich im wesentlichen in 7 Großlandschaften unterteilen, die das Land grob umreißen (Abb. 1).



Abb. 1: Naturräumliche Grobgliederung der Türkei (nach EROL 1983)

### 1.2 Die Marmara-Region

Mit den im NW liegenden Städten Istanbul, İzmit und Bursa ist diese Region der Hauptwirtschaftsraum der Türkei und das Bindeglied zwischen Orient und Okzident. Durch die extremen Bedingungen des Ägäisraum und den gemäßigten Komponenten des Schwarzen Meeres kommt es zu feuchten, zyklonalen Einflüssen im Sommer und milden Wintern.

Die Marmara-Region läßt sich in zwei Landschaften unterteilen, in die weitflächige, leicht gewellte ostthrakische Steppentafel und in das enggekammerte, durch Höhen und Senken geprägte Gebiet des südlichen Marmara-Gebiet. Im NE des Schwarzen Meeres setzt sich die aus tertiären Sedimenten aufgebaute thrakische Tafel als Rumpffläche über den Bosphorus hinweg in die gefalteten altpaläozoischen Gesteinen der Bithynischen Halbinsel nach E fort. Damit wird Asien mit Europa morphologisch und landschaftlich vereint. Im W greifen von Europa her junggefaltete Kalk- und Flyschbergländer des Ganosmassiv über die Dardanellen auf die Bergländer der Troas über. Beide Meerengen sind in tektonisch vorgegebenen Tiefenlinien angelegte Flußtäler, die im Quartär und Tertiär ertrunken sind, und sie haben kaum trennenden Charakter.

Das Marmarameer ist ein 11352 km<sup>2</sup> Binnenmeer. Im nördlichen Teil erstreckt es sich in einen Graben, der eine Fortsetzung der Senkungszone ist, die sich als Folge von

Beckenlandschaften und Einbruchsraben entlang der Nordanatolischen Hauptverwerfung durch Anatolien zieht. Teilweise sieht man Härtlinge aus metamorphen Kalken und Quarziten als Inseln und Halbinseln im flacheren Teil des Binnensees. Die südliche Marmara-Region ist infolge der stärkeren tektonischen Vorgänge am Ende der Nordanatolischen Hauptverwerfung in staffelartige hintereinanderliegende westöstlich verlaufende Rumpfschollengebirge und Gräben gegliedert. Sie unterteilen die südliche Küstenregion in Halbinseln, Horste (Uludag) oder tief zurückgreifende Buchten. In den flachbödigen fruchtbaren Binnensenken sind die wichtigsten Siedlungsgebiete und die flachen Seen der mysisch-bithynischen Seenplatte (z. B. Sapanca See, İznik See).

### 1.3 Westanatolien

Die türkische Ägäis besteht aus Rumpfschollen und Grabensystemen, ähnlich dem Marmara-Gebiet und stellt die Übergangszone zu Inneranatolien dar. Das Gebiet gehört größtenteils zum Menderes-Massiv.

Die NW-SE verlaufende Inner-Westanatolische Schwelle besteht aus weiten Hochplateaus und domartigen Berglandkomplexen mit starkgefalteten und metamorphisierten paläozoischen Gesteinen. Dazwischen (dem Bergland und der Ägäis) befindet sich das älteste metamorphe Gebirgsmassiv Anatoliens. Durch die W-E streichenden Horst- und Grabenstrukturen des Menderes-Massivs ist die Küste sehr stark zerlappt.

Die Mündungsebenen des Großen und Kleinen Mäander haben sich in historischer Zeit meerwärts verschoben. In diesen Schwemmlandensenken liegen die Hauptsiedlungsgebiete des Westens. In den Regionen Westanatoliens herrschen hauptsächlich mediterrane Komponenten mit trockenen, gemäßigt heißen Sommern und milden feuchten Wintern vor.

### 1.4 Die Mittelmeerregion

Der 1500 km lange Landschaftsraum umfaßt 6 antike Landschaften: Lykien, Pisidien, Isaurien, Pamphylien und die beiden Kilikien. Sie besteht aus den Bergland- und Senkenzonen um den Golf von Iskenderun und den langgestreckten Wall des westlichen und mittleren Taurus. Im Westtaurus befindet sich das poljenreiche, verkarstete Akseki-Bergland und das alpidisch gefaltete, durch verkarstete Kalkmassive und Deckenüberschiebungen geprägte Teke-Bergland. Im nördlich anschließenden Bogen der inneren Tauruskette schwenkt die Streichrichtung an der „Kurve von İsparta“ von SW-NE nach NW-SE um. Dort befindet sich zwischen Konya und Denizli die isaurisch-pisidische Seenplatte. Diese Seen (z. B. Gölcük Gölü) sind tektonisch in abflußlosen Becken angelegt, deren Füllungen im Quartär durch Flüsse wieder ausgeräumt wurden. Einige dieser Seen sind durch den mangelnden Abfluß stark salzhaltig (z. B. Acıgöl=Bittersee). Der südlichste Punkt der Türkei befindet sich am Kap Anamur. Dort lagert eine flachliegende 1200-1500 m hohe, kuppenartig gewölbte miozäne Kalkplatte, die vom İsparta-Taurus umgeben ist.

Östlich der Mündung des Göksu Nehri ins Mittelmeer beginnen die Kilikien. Diese große Ebene wird vom Mittleren Taurus und dem Gebirgs- und Beckenraum des oberen Seyhan und des oberen Ceyhan umrahmt. Im SE befindet sich der Amanus als nördliche Fortsetzung des Libanongebirges.

## 1.5 Nordanatolien

Nordanatolien ist kein einheitliches Gebirgsland. Das Randgebirge ist teilweise gefaltet und stellen einen bruchschollenartigen Gebirgsbogen dar. Dieser Bogen besteht aus hintereinandergestaffelten küstenparallelen Gebirgsketten mit großen Längstätern. Die verschiedenen großen Becken sind perlschnurartig entlang der Nordanatolischen Hauptverwerfung aufgereiht und begleiten den Pontus in ganzer Länge. In diesen Senkungszone herrscht eine große Erdbebengefährdung.

Das pontische Gebirge ist ein ununterbrochener Wall parallel zum Meer. Vorherrschend sind hier gefaltete paläozoische Sedimente, einzelne Granitmassive, junge Vulkanite und Flysch. Anhand der Morphologie kann man das nordanatolische Randgebirge in einen Ost- und Westteil unterteilen. Der Westen ist ein eher kristallines Massiv, das von älteren und jüngeren Deckschichten umrahmt ist und Hochflächencharakter hat. Im Ostteil des Gebirgszuges überwiegen Vulkanite, Intrusiva (Granite, Granodiorite, Syenite) und Sedimentgesteine mit rezenten und fossilen glazialen Formen. Er wird von tiefen Flußfurchen (parallel zum Streichen) unterbrochen, die zum Schwarzen Meer entwässern.

## 1.6 Zentralanatolien

Das Hochland von Anatolien ist eine weitgespannte Steppenregion, die sich auf flachen Neogentafeln entwickelte. An den Rändern geht sie fließend in die Gebirgsregion über. Es lassen sich 3 Landschaftsstrukturen unterscheiden. Am Rand befinden sich Gebirgsketten, die häufig aus vulkanischen Einzelmassiven bestehen. Die zentralgelegenen Flachbecken, die durch flache Schwellen voneinander getrennt sind, werden teilweise von niedrigen Salzseen gefüllt (z. B. Tuz-Gölü-Becken). Die dritte Landschaftsform ist eine weitgespannte Hochfläche, die von tief eingesenkten Tälern zerschnitten wird.

Eine Besonderheit Zentralanatoliens sind die Gipskarstgebiete von Sivas und Zara.

Durch die allseitige Gebirgsumrahmung ist es im Sommer sehr trocken und heiß. Charakteristisch für Zentralanatolien sind ausgedehnte Getreidesteppen und eine relativ geringe Besiedlungsdichte.

In der zentralanatolischen Steppe befindet sich die weitläufige Senke des 1500 km<sup>2</sup> Großen Salzsees. Im Osten der Region findet man Kappadokien, das aus Tuffen der Vulkane Erciyes Dağı, Hasan Dağı und Melendiz Dağı aufgebaut ist. Das Gebiet ist durch Troglodytenstädten, Höhlenkirchen und Tuffkirchen gekennzeichnet.

Vier Flüsse entwässern das Gebiet nach N hin: Sakarya Nehri, Porsuk Çayı, Kızılırmak, Delice Irmak.

## **1.7 Ostanatolien**

Ostanatolien befindet sich dort, wo der Pontus und der Taurus sich im Quellgebiet des Kızılırmak an der Nordanatolischen Hauptverwerfung miteinander verzahnen. Dort beginnen die Hochländer des türkischen Armeniens und die Gebirgsregionen des türkischen Kurdistans. In Ostanatolien entspringen die 4 überregional bedeutende Flüsse, die Quellflüsse vom Euphrat und Tigris, die in den persischen Golf münden und der Kurax und der Araxes, die ins Kaspische Meer münden.

Durch das Zusammentreffen von zwei Faltengebirgssystemen mit dazwischengeschalteten Grundgebirgsmassiven entsteht eine kleinräumige Gliederung. Es sind weitläufige, mächtige Lavaplateaus vorhanden, die von Vulkanen (z. B. Ararat 5137 m NN) überragt werden. Im Hinterland der Çukurova unterscheidet man einen südlichen, äußeren und einen nördlichen, inneren Gebirgstheil, bekannt als Taurus und Antitaurus. Dieser verbreiterte Taurus findet als Osttaurus hinter den intramontanen Großbecken von Malatya und Elaziğ eine erste Kulmination. Das Zentrum des Gebirgsgroßraumes bildet der 3765 km<sup>2</sup> große stark sodahaltige Vansee. Er entstand durch den frühquartären Ausbruch des Vulkans Nemrut Dağı nördlich der stark zertalten Hochgebirgsregion von Hakkari.

## **1.8 Südost-Anatolien**

Südlich vom Ostanatolischen Hochland befindet sich die steppenhafte Plateaulandschaft des nördlichen Mesopotamiens. Es ist ein fast durchweg flachhügeliges Plateauland, das aus Kalken und Basaltlaven besteht und in die nordsyrisch-irakische Ackerebene übergeht. Das türkische Zweistromland befindet sich südlich vom Osttaurus, zwischen dem Maraş-Graben und dem kurdischen Bergland.

## 2 İzmit und Yuvacık-Staudamm

(Kerstin Ruttloff)

Montag, den 31.08.1998

### Ablauf:

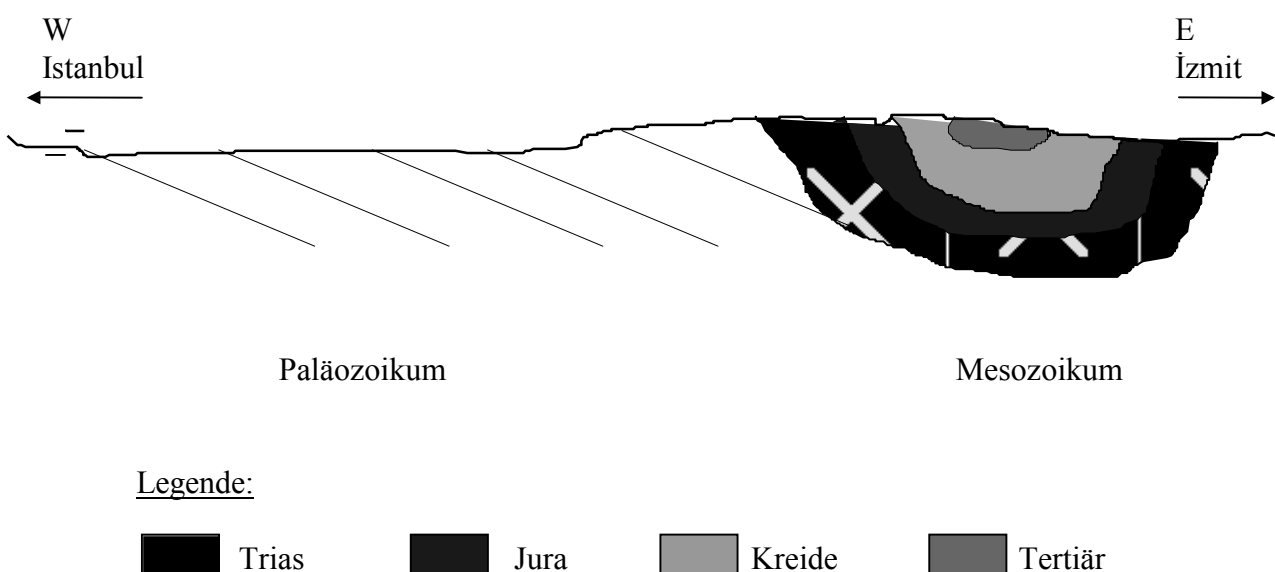
- Besichtigung der Deponie und der Müllverbrennungsanlage von İzmit
- Besichtigung der Kläranlage in İzmit
- Talsperre Yuvacık

Izmit (auch Kocaeli) befindet sich ca. 100 km südöstlich von Istanbul am Golf von İzmit. Dieser hat eine längliche Ost-West Erstreckung und ist der östlichste Teil des Marmara Meeres.

Die hier vorherrschende Morphologie des Geländes steht im engen Zusammenhang mit dem geologischen Untergrund und ist insbesondere durch die alpidische Orogenese beeinflusst worden.

Zwischen Istanbul und İzmit sind Gesteine des Kambriums bis Tertiär aufgeschlossen. Das Paläozoikum ist charakterisiert durch Grauwacken und Quarzite, während das Mesozoikum vorwiegend durch Kalksteine und Tonsteine gekennzeichnet ist.

Die paläozoischen Schichten fallen von West nach Ost ein, sind teilweise gestört und von granitoiden Intrusionen durchsetzt. Das Mesozoikum hingegen ist als Muldenstruktur mit Tertiär im Zentrum und Trias-Ablagerungen im Randbereich ausgebildet (Abb. 2).



**Abb. 2:** Skizziertes Profil von Istanbul nach İzmit



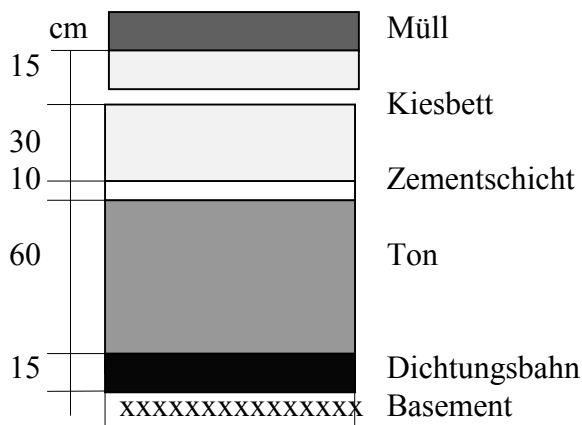
Der Golf von İzmit kann als objektive Grenze zwischen Eurasischer Platte im Norden und dem Gondwana - Kontinent im Süden angesehen werden. Allerdings führte die alpidische Orogenese in diesem Gebiet wie auch im restlichen Teil der Türkei zu einer Faltung, Störung und Verschuppung der Gesteinskomplexe und kompliziert die Lagerungsverhältnisse. Diese Störungszone, die sog. Nordanatolische Störung, ist gekennzeichnet durch *strike-slip* - Bewegungen und einer *normal fault*.

Der hier befindliche Teil des Gondwana - Kontinentes gehörte einst zum Tethys-Raum, somit sind Ophiolithe dominierend, die meist metamorph überprägt wurden und von Phasen starker vulkanischer Aktivität kretazischen bis eozänen Alters durchsetzt sind. Dieser kräftige Vulkanismus hat auf der Eurasischen Platte zu dieser Zeit nicht stattgefunden. Die tektonischen Vorgänge führten auch zu einer Zerklüftung des Gesteins und zu einer bevorzugten Abtragung des Materials in diesem Bereich, so daß sich eine längliche Ebene herausbildete, in welche das Meer vordrang - der Golf von İzmit entstand. In dieser Ebene wird rezent erodiertes Material des Gondwana - Kontinentes eingeschüttet. Im Gegensatz zur Zentral- und Süd-Türkei treten keine Erdbeben bzw. nur leichte Schwarmbeben, was auf eine gegenwärtige geringe tektonische Aktivität im Untergrund schließen läßt.

Izmit selbst befindet sich direkt am östlichen Rand des Golf von İzmit und erstreckt sich vorwiegend entlang der Ebene. Sie zählt zu einer der wichtigsten Industriestädte der Türkei. Infolge der Industrialisierung kam es zu einer ungehinderten Emission von Abgasen und Abwässern, die zu einer Verschmutzung der Umwelt bis hin zu gesundheitlichen Beschwerden der Bevölkerung führten. Somit entschloß man sich Anfang der 90-er Jahre dazu, ein „Umwelt-Projekt“ zu realisieren, um weitere Umweltbelastungen zu vermindern bzw. bereits entstandene Umweltschäden zu sanieren. Das Projekt beinhaltete den Bau einer Kläranlage am Stadtrand sowie der Anlegung einer Deponie mit integrierter Müllverbrennungsanlage in Stadtnähe. Der Bau erfolgte von 1994 bis 1997/98. Für die Anlegung der Mülldeponie diente eine südöstlich der Stadt gelegene Bergkuppe (Pontusgebirge=Eurasische Platte). Es wurden mehrere Mulden ausgehoben, in die Hausmüll und weniger Industriemüll verkippt wird. Zuvor werden besonders giftige Stoffe aus dem Müll in der Müllverbrennungsanlage entfernt und gleichzeitig wird bei diesem Vorgang der Müll in seinem Volumen dezimiert. Die letztendlich anfallende Asche wird verkippt.

Im Untergrund der Deponie sind kretazische Tone über Kalken anstehend. Um die natürliche Staufunktion dieser Formation zu verstärken, wurde eine zusätzliche künstliche Abdichtung wie folgt unternommen (Abb. 3). Dadurch wird ein Austreten von eventuell schädlichen Flüssigkeiten in den Untergrund vermieden. Ist eine der Becken aufgefüllt, wird es mit einer Schicht von Erdmassen überbaggert und renaturiert. Um das Volumen des Abfalls möglichst gering zu halten und aus ihm besonders schädliche Stoffe zu entfernen, wird der Müll zuvor einer Verbrennungsanlage zugeführt.

Zuerst wird der Müll vorsortiert, wobei zwischen festen und flüssigen Bestandteilen unterschieden wird. Der sortierte Müll wird in Tanks gesammelt.



**Abb. 3:** Abdichtung der Deponie zum Untergrund

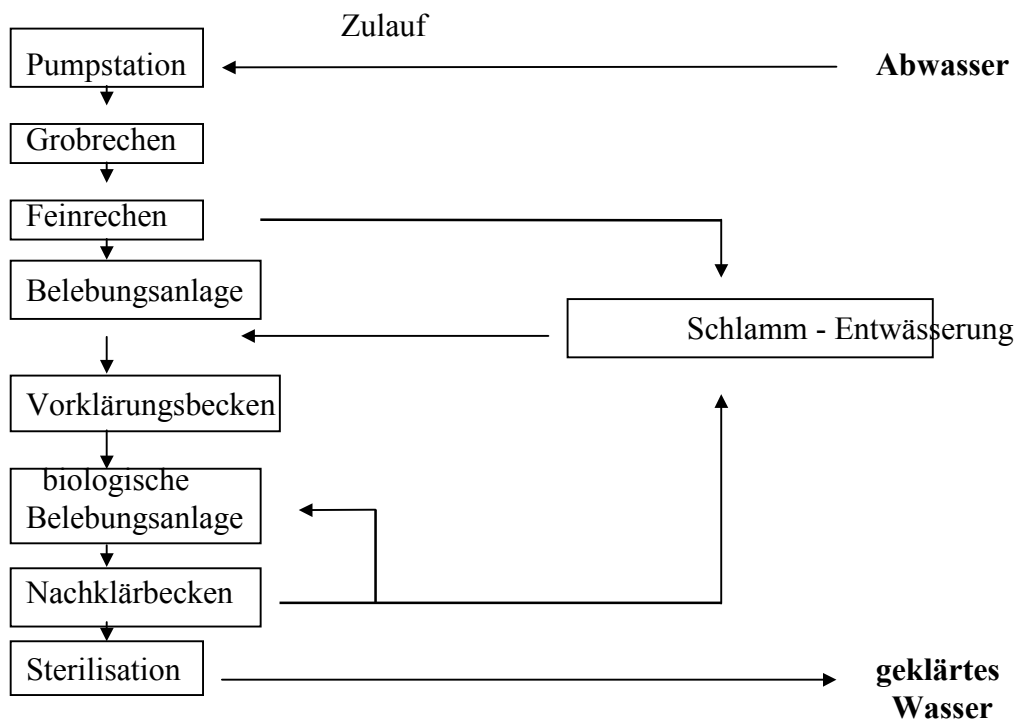
Der Abfall wird schließlich im Ofen in mehreren Stadien völlig verbrannt:

#### Ofentemperaturen

- |          |                |
|----------|----------------|
| 1. Stufe | 900 - 950 °C   |
| 2. Stufe | 1000 - 1200 °C |
| 3. Stufe | 1250°C         |

Es kommt zur Verbrennung und zur Vergasung des Mülls. Die Asche wird bei 1250 °C von schädlichen Partikeln wie Schwermetalle und SO<sub>2</sub> befreit. Diese Abtrennung erfolgt in 2 Stufen und wird durch zugeführte Trennmittel (Keramik) erleichtert. Der Schwefel wird über eine Rauchgasentschwefelung in Gips umgewandelt. Nach erfolgreicher Trennung werden die Trennmittel wieder entfernt und gereinigt, um sie erneut verwenden zu können. Die Asche wird verkippt. Das bei der Verbrennung entstandene Gas wird durch einen elektrostatischen Filter geführt, wodurch giftige Gase, wie z. Bsp. HF, HCL u.a. entfernt werden. Das Gas selbst wird teilweise für die Stromerzeugung benutzt. Dadurch kann ein Teil der Verbrennungsanlage und auch einige private Haushalte mit Strom versorgt werden. Ein weiteres wichtiges Bindeglied bei der Sanierung der Umwelt stellt die Kläranlage dar. Es wird ca. 35.000 m<sup>3</sup> Abwasser/Tag von etwa 27 Industriebetrieben und von den Haushalten Izmits in das Kanalsystem eingeleitet.

Im Zulauf wird das Abwasser zusammengeführt. Durch Grob- und Feinrechen erfolgt eine erste mechanische Reinigung. Die Rechen halten Plaste, Papier, Textilien, Essensreste und ähnliches zurück. Dieses Rechengut wird entwässert und der Mülldeponie zugeführt. Die Vorklärbecken sind Absatzbecken, in denen sich Schmutzstoffe am Beckenboden ansammeln, welche zeitweise ausgeräumt werden. Auch befinden sich hier Ölabscheider, die insbesondere die Haushaltsöle vom wasser trennen. Je nach Bedarf kann auch eine Phosphatfällung erfolgen. Das mechanisch gereinigte vorgeklärte Wasser fließt aller 6 bis 9 Tage in die biologischen Belebungsbecken. Die Bakterien bauen die gelösten organischen Schmutzstoffe ab. Durch zugeführten Sauerstoff wird der Beckeninhalte gut durchmischt, was die Bakterielle Aktivität erhöht. Schließlich gelangt das Wasser in das Nachklärbecken. Dort wird der Rest-Schlamm (der noch zu  $\frac{3}{4}$  aus Mikroorganismen besteht) abgesaugt und zum Teil in das



**Abb. 4:** Aufbau der Kläranlage von Izmit



**Abb. 5:** Basalt mit kugelförmigen Einschlüssen von bereits verwitterten Basalt (keine vulkanischen Bomben).

Belebungsbecken zurückgeführt (Abb. 4): Nun sind 86% der festen und 95% der gelösten Partikel aus dem Wasser entfernt worden. Das gereinigte Wasser fließt an der Beckenoberfläche über Zahnschwellen in den Ablaufkanal, welcher direkt in den Golf von İzmit mündet.

Im Süden von İzmit, südlich der Ansiedlung Yuvaçık, nutzt man die Morphologie des Gebirges zum Bau einer Talsperre. Dieser Gebirgszug südlich des Golfes von İzmit gehört dem Gondwana-Kontinent an. Die Gesteine sind meist basischer bis intermediärer Zusammensetzung. Neben Andesiten und Basalten deuten auch tuffitische Einlagerungen auf einen - speziell basischen - Vulkanismus hin. Die periodischen Eruptionen dauerten von der Oberkreide bis in das Neogen hinein an und sind wahrscheinlich eine Begleiterscheinung einer starken tektonischen Bewegung



(alpidische Gebirgsbildung), bei welchem sich auch die Nordanatolische Störungszone herausgebildet hat. Der Basalt beinhaltet Blöcke (bis 15 cm Durchmesser) mit bereits verwitterten Material, was darauf schließen läßt, daß mehrmalige Eruptionen mit Phasen der Ruhe aus einem Schlot erfolgten (Abb. 5). Eine weitere Besonderheit der Basaltlagen ist eine Durchsetzung dieser von primär entstandenen Calcitgängen (Abb. 6). Diese entstanden, als bei der Eruption des Vulkans Gase, insbesondere  $\text{CO}_2$ , freigesetzt wurden. Das  $\text{CO}_2$  löste aus dem im Gestein befindlichen kalkhaltigen Mineralien (z. Bsp. Kalke und Feldspäte) den Calcit heraus und mobilisierte ihn.

**Abb. 6:** Primärgebildete Calcitgänge im Basalt.

Neben diesen Basaltlagen sind auch steilstehende Diabas-Dykes vorhanden, die durch helle



Einsprenglinge gekennzeichnet sind. Alles in allen handelt es sich hier um eine sich schnell ändernde Geologie und insbesondere die teilweise stark gestörten Lagerungsverhältnisse erschweren eine exakte Strukturierung des Geländes.

**Abb. 7:** Talsperre Yuvacık - Blick auf das Staubauwerk (Steindamm)

Ein weiteres Problem stellen die tuffitischen Lagen dar. bei diesen Lagen handelt es sich um Breccientuffe, welche - kommen sie mit Wasser in Berührung - zu fließen beginnen und somit stark rutsch-gefährdet sind. Trotz allen entschloß man sich zum Bau einer Talsperre, deren Fertigstellung noch im Jahr 1998 erfolgen sollte. Es handelt sich um eine Trinkwassertalsperre, die İzmit und İstanbul mit Wasser versorgen soll. Ihr Stauvolumen beträgt ca. 16 Mio. m<sup>3</sup>, bei einer jährlichen Durchflußmenge von etwa 15 Mio. m<sup>3</sup> Wasser. Sie wird gespeist durch den Fluß Kirazdere.

Die Staumauer ist 400 m breit und 100 m hoch und besteht aus einem Sand-Erdwall am Kiel (Abb. 7). Von der Talsperre führt eine 120 km lange Pipeline nach Istanbul. Zuvor wird mit Hilfe eines Unterdrucks das Wasser von der Talsperre in das höher gelegene Pumpwerk gedrückt. Der Durchfluß innerhalb der Pipeline beträgt 6 m/s. Auf diese Weise gelingt es, eine der größten Städte der Welt mit Wasser zu versorgen.

### 3 Sapanca-Region

(Anja Wolf)  
Dienstag, 01.09.1998

#### 3.1 Tagesroute:

Wir verließen **Izmit**, neben Istanbul und Bursa eine der bedeutendsten Industriestädte der Türkei, auf der Schnellstraße 100 in Richtung Ankara. Bei Kösekcy bogen wir auf die Landstraße ab und erreichten so die Ortschaften **Arslanbey**, 10 km südlich von Izmit, und **Syadiye**, 6 km östlich Arslanbey. Nach einem kurzen Halt am Ufer des **Sapanca-Sees** ging es auf den Schnellstraßen 650 und 150 in Richtung Süden nach **Iznik**.

#### 3.2 Allgemeines:

An diesem Tag beschäftigten wir uns mit der Geologie im Gebiet um das **Marmarameer**, welches sich mit einer Größe von ca. 11350 km<sup>2</sup> im Nordwesten Anatoliens erstreckt. Die geologischen und morphologischen Verhältnisse sind in dieser Region enorm von geotektonischen Prozessen entlang der Nordanatolischen Störungszone geprägt.

Die **Nordanatolische Störungszone** verläuft parallel zum Schwarzen Meer, von West nach Ost, durch ganz Anatolien. Sie besteht aus verschiedenen alten Segmenten, die zu unterschiedlichen Zeiten der alpidischen Tektogenese aktiviert wurden.

An ihrem westlichen Ende, im Gebiet des Marmarameers, splittet sich die Nordanatolische Störung in drei Grabenzonen auf. Diese verstärkten tektonischen Prozesse gliederten die südliche Marmara-Region mindestens seit dem Tertiär in mehrere annähernd Ost-West-verlaufende **Horst- und Grabenstrukturen**.

Steilwandige Rumpfschollengebirge (z.B. Uludag, Dumanli Dağı, Avdan Dağı) und typische Depressionsstrukturen wie Buchten (z.B. Golf von Izmit) und Seen (z.B. Iznik-Gölü, Sapanca-Gölü) entlang der Gräben bestimmen das Landschaftsbild.

Noch heute verschieben sich entlang der Nordanatolischen Hauptverwerfung **Eurasien** im Norden und **Godwana** im Süden in Vertikalbewegungen und rechtslateralen strike-slip-Bewegungen (nach Pavoni 1961). Dies ist ein Grund dafür, daß die Türkei heute zu den meist frequentierten Erdbebenzentren der Welt zählt.

#### 3.3 Aufschlüsse:

In Arslanbey sind an einer Straßenböschung fluviatile-limnische Ablagerungen des Neogens bis Pleistozäns aufgeschlossen. Eine genauere Altersbestimmung ist aufgrund der fehlenden Fossilien nicht möglich.

Bei dem Material handelt es sich um nicht kompaktierte



Sedimentschichten, d.h. verschiedenste Konglomerate mit eingeschalteten Feinsandlagen, die mit Tonschichten wechselagern. Die Sedimentschichten sind durch Expansionsprozesse intensiv gestört. An der Straßenböschung sind **Horst- und Grabenstrukturen** in Mikro-dimensionen deutlich zu erkennen (Abb. 8).

**Abb. 8:** Horst- und Grabenstrukturen

In den Steinbrüchen von Arslanbey und Suadiye sind Gesteine des Paläozoikums bis zu Sedimenten der Trias aufgeschlossen. Sie repräsentieren die Tafelbedeckung des **Gondwana-**



Randes. Während der Oberkreide wurden die Gesteine durch die alpidische Tektogenese metamorph überprägt: In Arslanbey bilden die Trias-Kalksteine heute z.T. steilstehende kristalline Marmore, über denen sich in der späten alpidischen Phase neogene Basalte ablagerten.

Im Steinbruch von Suadiye (Abb. 9) ist der Bereich eines Olisthostroms aufgeschlossen.

**Abb. 9:** Olisthostrom: (Hangende Basalt, Liegende Marmor)



Der triasische Kalkstein wurde hier als Olistolith in einem Schlammfluß abgelagert. In der Oberkreide wurde dann der gesamte Olisthostrom-Sedimentkörper grünschiefer-faziell überprägt. Der Kalkstein findet sich nun als Marmor zwischen Glaukophan-schiefern, Phylliten und Quarziten eingebettet (Abb. 10).

**Abb. 10:** Olistostrom-Sedimentkörper

Der **Sapanca-See** (Abb. 11) ist wie der **Golf von Izmit** Teil des nördlichen Arms der Nordanatolischen Störungszone. Während des Pleistozäns bestand zwischen beiden noch eine Verbindung. Aufgrund starker Sedimentations- und Hebungsprozesse wurden sie später voneinander abgeschnitten.

Der **Iznik-See** repräsentiert ebenfalls eine Depressionsstruktur. Er zieht sich entlang des südlichen Ausläufers der Nordanatolischen Störung.



Nordanatolische  
Störung



**Abb. 11:** Sapanca-See



## 4 Ulu Dağ

(Barbara Fritsche)  
Mittwoch 02.09.1998

Das Ulu Dağ Massiv ist ein sich EW erstreckendes kristallines Massiv im NW-lichen Anatolien. An seinem Fuß im N liegt Bursa, weiter nördlich zieht der Golf von Gemlik einer Störungszone folgend ebenfalls von W nach E ins Land.

Der höchste Berg des Massivs ist der Ulu Dağ (übersetzt Riesenberg) mit 2543 m. Das Massiv war in der Antike als der Bithynische Olymp bekannt.

### 4.1 Morphologie

In den tieferen Lagen deuten konvexe Formen in der Oberflächenstruktur auf eine schnelle Erosion z. B. durch Abspülen und Abschieben hin. In höheren Lagen wird die Morphologie schärfer und kantiger und es gibt vereinzelt Kare (Firmulden). Die Schneegrenze lag im Pleistozän mit 2300 m wesentlich niedriger als heute bei etwa 3400m. Die Gipfel des Ulu Dağ waren damals vergletschert und es konnten sich Firmulden unter Schneeanstimmungen bilden.

### 4.2 Flora

Während der Fahrt von Bursa am Fuße des Massives zum Gipfel durchquert man nacheinander die verschiedenen Vegetationszonen eines alpinen Gebirges. Bis 250 m Höhe wachsen Ölbaume, Lorbeer, Zistrosen und Baumheiden. Weiter oben in 250 bis 750 m findet man Eichen, Ulmen, Walnuß, Haselnuß, orientalische Platanen und besonders für diese Gegend bekannt Edelkastanien. Ab 750 bis 1000 m geht die Vegetation über zu Orientbuchen, Schwarzkiefern und nur noch vereinzelt Edelkastanien. Tannen, vermehrt Schwarzkiefern, Wachholder und Zitterpappeln wachsen in Regionen zwischen 1000 und 2050 m. Darüber beginnt die alpine Stufe mit nur noch Wiesen, niedrigem Gestrüpp meist aus Wachholder.

### 4.3 Geologie

Im Kern finden sich anatektische Paragneise mit Amphibolitlinsen. Marmore sind in den Ulu Dağ Gneisen nicht zu finden.

Der Mantel besteht aus epimetamorphen Serien mit Marmoren begleitet von Glimmerschiefern, Quarzphylliten, Graphitphylliten und Quarzschiefern.

Die Verfaltung der Gneise verläuft hauptsächlich in nördlicher Richtung. Spätere Verfaltungen Kern und Mantel erfolgten in WSW streichenden und S einfallenden Falten.

Die jüngsten Gesteine sind discordante granitoide Intrusivgesteine. Sie finden sich vor allem in der Hauptantiklinalen.

Regional Metamorphose und Faltung des Massivs fanden vor den Intrusionen statt.

#### 4.3.1 Geochemische Altersbestimmungen ergaben für die Granitoide

Gesamt Gestein	Rb/Sr	245 ± 37 m. y.
Gesamt Gestein	K/Ar	269 ± 39 m. y.
Orthoclase	Rb/Sr	235 ± 35 m. y.
Biotit	Rb/Sr	30 ± 3 m. y.
Biotit	K/AR	24 m. y.

Stratigraphisch sind die metamorphen Kerngesteine des Ulu Dağ Massiv in das Vor-Oberkarbon einzuordnen, die jüngeren Granitoide entstanden an der Perm-Trias-Grenze.

Brinkmann et al. schließen, daß das Massiv mit nichtmetamorphen Sedimenten bedeckt wurde, bevor sein Kern vollständig ausgekühlt war.

Eine Hebung erfolgte in jüngster Zeit.

#### 4.3.2 Straßenaufschluß an der Straße vom Ulu Dağ nach Bursa

Aufgeschlossen sind Phyllitschiefer im Wechsel mit Marmorschiefern. Die Phyllite zeigen Marmoreinschaltungen, möglicherweise auch Einschaltungen von Quarziten, Gneisen und Glimmerschiefern. Diese Gesteine bilden die Rahmengesteine für die Granitoide.

#### 4.3.3 Straßenaufschluß an der Straße von Bursa nach Mudanya

Durch den Straßenbau aufgeschlossen sind neogene Sedimente bestehend aus Sandstein und Tonsteinkonglomeraten, kalkig zementiert. Das Sediment ist als ein Schrägschichtungskörper ausgebildet. Fossilien sind nicht zu finden, es handelt sich also wohl eher um eine fluviatile denn eine marine Ablagerung.

Stellen mit größerem und Stellen sehr viel feinerem Geröll deuten auf wechselnde Bedingungen während der Ablagerung wie sie durch Hochwasser und Niedrigwasser gegeben sind. Tongerölle sind aufgearbeitet worden und nur noch in Resten vorhanden.

Es sind Entwässerungsstrukturen, leichte Asymmetrien in den Schichtungen an Hanglagen erkennbar.

Schrägschichten sind nicht an den Leeseiten sondern an den Luvseiten ausgebildet. Flaches Einfallen der Schichten entgegen der Strömung weist auf ein hochenergetisches Milieu mit sehr hohen Fließgeschwindigkeiten.

#### Literatur:

Brinkmann: Geology of Turkey, 1976

Kasperek: Reisführer Natur, 1990

## 5 Efes und Großer Mäander

(U. Nestmann)  
Donnerstag, 03.09.1098

### 5.1 Ephesos

Die antike Hafenstadt befand sich in einer tief eingeschnittenen Bucht der ägäischen Ostküste, ca. 70 km südlich von Izmir, und 20 km nordöstlich von Kusadasi. An der Südhälfte der ephesischen Bucht liegt die Insel Samos. Es herrscht hier mediterranes Klima, da feuchte Winde sehr weit ins Landesinnere vordringen können.

Das Schicksal von Ephesos wurde stark vom Fluß „Kleiner Mäander“ beeinflusst. Durch Sedimentanschwellungen schob sich seine Mündung (Abb. 12) ständig nach Westen vor (ca. 9 km in den letzten 3000 Jahren). Infolge der Verlandung und dem Ansteigen des Grundwasserspiegels mußte die Siedlung mehrfach verlegt werden. Im späten Mittelalter wurde der Hafen endgültig aufgegeben, nachdem Erdbeben, Arabereinfälle und verschlechterte wirtschaftliche und ökologische Bedingungen die Einwohner vertrieben haben.



**Abb. 12:** Blick nach W entlang der alten Hafenstraße, im Hintergrund die Schwemmebene des „Kleinen Mäander“.

Im frühen 14. Jh. erlebte die Restsiedlung auf dem Ayasoluk eine letzte Blütezeit, und unter den Osmanen war es nur noch ein kleines Dorf. Unter Atatürk erfolgte die Umbenennung von Ayasoluk in Selcuk. Die Stadt erfuhr in den letzten 30 Jahren durch den Tourismus einen erheblichen Aufschwung und zählt derzeit 20000 Einwohner. 1,5 bis 2 Mio. Menschen besuchen jährlich die Ruinen von Ephesos (Abb. 13).

Die Ausgrabungen begannen 1860 als der Engländer John T. Wood nach dem Artemistempel suchte. Seit das Österreichische Archäologische Institut in Ephesos die Ausgrabungen leitet,



wurden weite Teile des römischen Stadtzentrums sichtbar gemacht und mehrere Gebäude wieder aufgebaut. Das Selcuker Museum konzentriert sich mit seinen Ausgrabungen und Restaurierungen auf die Grabbasilika des Johannes Theologos und auf die byzantinisch-türkische Festung.

**Abb. 13:** Celsus Bibliothek, aus 754 Originalteilen von österreichischen Archäologen wiederaufgebaut

## 5.2 Das Delta des Großen Mäanders

Der große Mäander mündete bis in die junge prähistorische Zeit in einer tiefen Meeresbucht bei Magnesia ins Meer. Diese Stadt ist später aufgegeben worden und liegt heute 50 km von der Mündung entfernt im Landesinneren. Die schlammige Schwebstofffracht des Flusses füllte die Meeresbucht auf. Diese Deltaaufschüttung hält auch heute noch an. Durch die Abholzung der natürlichen Vegetation ist das schnelle Tempo dieses Prozesses seit der Antike zu erklären.

Der Große Mäander hat ein ca. 40 m breites, von Gebüsch gesäumtes Flußbett. Im E von Söke teilt er sich in einen alten und neuen Fluß. Der alte Mäander hat ein gewundenes Flußbett mit Altwässern, Sümpfen und trockene Stellen. Den neuen Mäander kann man eher als Bach bezeichnen, weil er durch einen Entlastungskanal seines Wassers beraubt wird. Das ist der Grund warum er im Sommer an einigen Stellen ganz austrocknet.

Durch seine aneinandergereihten Flußwindungen ist er weltberühmt und danach ist der Begriff mäandrieren definiert worden. An seiner Mündung bildete sich eine Haffküste. Hinter einem schmalen Küstenstreifen befinden sich mehrere Lagunen.

Die Ebene des Großen Mäander wird im N und S von den Bergzügen des Menderes Massivs begrenzt und ist etwa im Miozän ausgebildet worden. Die schroffe Formation der Grenze läßt auf eine sehr rasche Hebung des Massivs schließen. An den Flanken gab es Vulkanismus und heute existieren noch zahlreiche heiße Quellen (z. B. Pamukkale).

## 6 Menderes-Block

(S. Pelkner)  
Freitag, 04.09.1998

Das Menderes -Gebiet befindet sich in Westanatolien, d.h. in der türkischen Agäis. Es ist ein 150 x 100 km großes Gebiet, daß sich um die Flüsse Küçük Menderes (Kleiner Mäander; 175 km lang), Büyük Menderes (Großer Mäander; 584 km lang) und Küçük Menderes (Skamander, seit 1987 Sarımsaklı; 124 km lang) erstreckt (Abb. 14).

Die beiden Mäander (großer und kleiner) durchfließen in tiefen und langen Grabenbrüchen das Menderes – Massiv. Das Menderes – Massiv ist eines der ältesten Gebirgsmassive im mittleren und südlichen Teil der türkischen Agäis.



### Abb. 14:

Der westliche und bestbekannte Teil des Menderes – Massivs besteht aus verschiedenen domartigen Hebungsstrukturen. Die größte dieser Hebungsstrukturen erstreckt sich entlang beider Seiten des Büyük Menderes Flusses. Im Norden des Gebietes findet man kleinere Hebungsstrukturen entlang des Küçük Menderes Flusses, des oberen Gediz Flusses und im Eriğöz-Karakoca-Gebirge.

Den Kern dieser Dome bildet Augengneis. Das Umgebungsgestein besteht im Liegenden hauptsächlich aus Glimmerschiefern, Phyllit und Metaquarzit, im Hangenden hauptsächlich aus Marmor. Entlang des Südhangs des Massivs enthält der Marmor Diaspor – Hämatit – oder Korund – Magnetit – Linsen, die sich am besten als metamorphisierte Bauxit-Lagerstätten interpretieren lassen. Im Zentrum der Dome ist der Augengneis grobkristallin und massiv; in Richtung der Ränder nimmt er mehr und mehr schiefrige und feinkörnige Struktur an. Sowohl im südlichen als auch im nördlichen Teil des Massivs streichen die Schieferungsflächen, des Gneises und der Synklinalen des kristallinen Schiefers innerhalb des Gneises, in NNE – Richtung. Dieser strukturelle Trend im südlichen Kern steht im besonders starken Kontrast zum periklinalen Abtauchen des kristallinen Schiefermantels. Dieser beobachtete Zusammenhang läßt sich als Diskordanz interpretieren. Der Augengneis erhielt

seine Schieferung von einer vorangegangenen Faltungssequenz und wurde danach von den kristallinen Schiefen des Mantels bedeckt.

Generell wird der Augengneis als Anatexit betrachtet. Stellenweise liegt der Augengneis als Intrusion im kristallinen Schiefer des Mantels vor. Der Kontakt ist häufig sehr scharf und oft durch Turmalinisierung gekennzeichnet. Blöcke aus kristallinem Schiefer schwimmen im Augengneis und Gneisgänge sind in den kristallinen Schiefer eingedrungen. An anderen Stellen

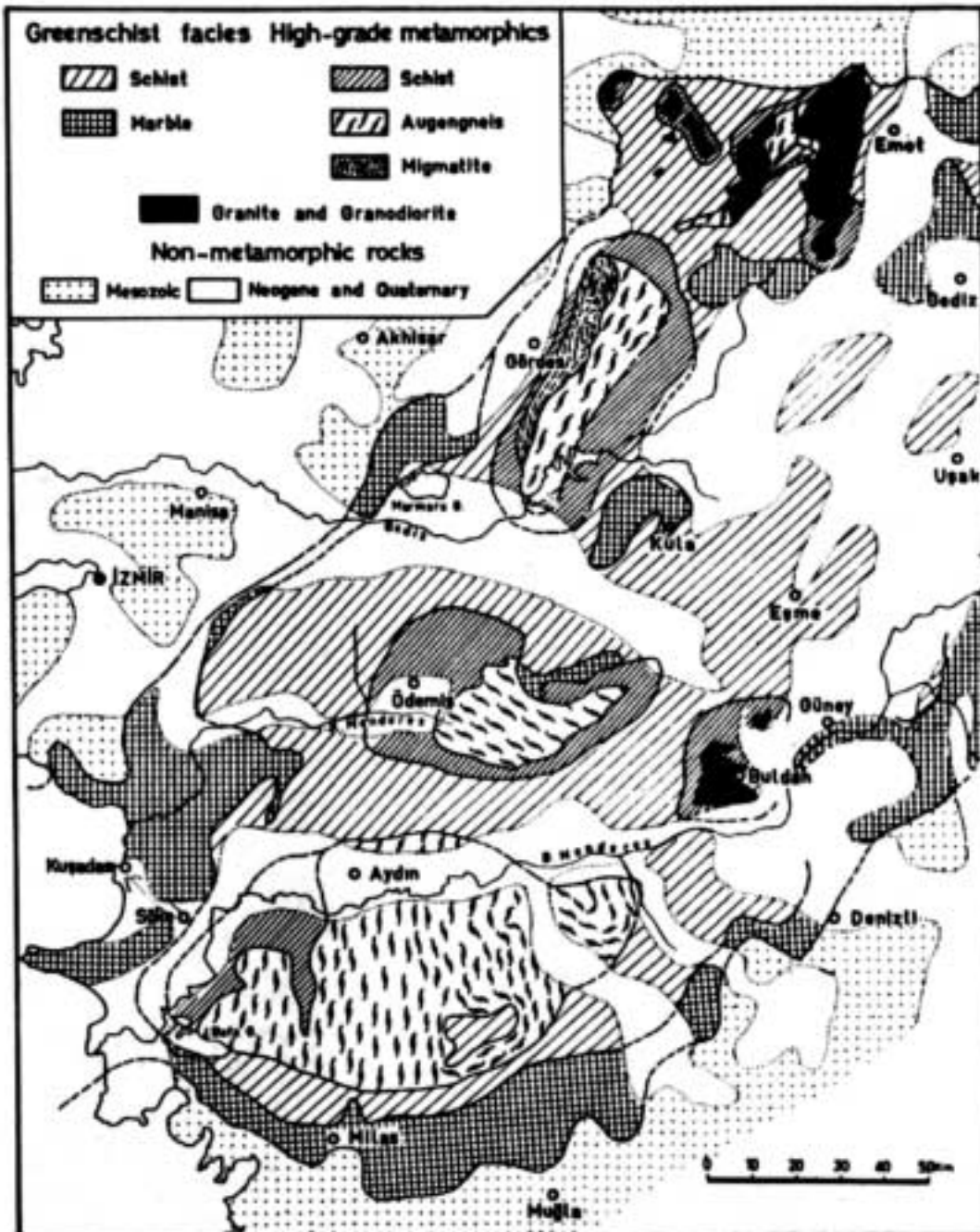


Fig. 3 Crystalline rocks and their metamorphic facies in the Menderes Massif, southwestern Anatolia (after Schumling 1962, Izdar 1971, mscr., Dora 1972, mscr. and others)

Abb. 15:

ist ein allmählicher Übergang von kristallinem Schiefer zum Gneis durch zunehmende Feldspatisierung zu finden. Im Gegensatz dazu steht die Beobachtung, daß der, die Gneiskerne umgebende, kristalline Schiefer hauptsächlich aus metamorphem Gestein der Grünschieferfazies besteht. Dieser kristalline Schiefer umschließt den südlichen Gneiskern am Kontakt zur Quarz – Albit – Epidot – Almandin – Subfazies. Nach außen hin wird dieser durch niedrig – metamorphe Zonen der Barrow – Sequenz überlagert. Amphibolitfazielle Schiefer sind selten. Sie beanspruchen die Synklinalen des südlichen Gneiskerns und bilden schmale Säume um den mittleren und nördlichen Gneiskern. Das Alter Augengneis wird auf Kambrium oder Präkambrium geschätzt. Die Schieferserien enthalten nahe ihrer Basis Linsen ehemaliger sedimentärer Eisenerze. Diese sind in anderen Teilen Anatoliens charakteristisch für Bildungen aus Ordovizium oder Devon. Das Alter der Basis der Marmorzone bei Mula wurde durch Fossilien auf Unteres Karbon (fragwürdig) und auf Perm (eher wahrscheinlich) bestimmt. Der obere Teil der Marmorzone in Südwestanatolien wird aufgrund von Rudistenfunden der Oberkreide zugeordnet. Eine geringfügig frühere Phase der Metamorphose deutet bei Bodrum auf Triassischen und Liassischen rekristallisierten Kalkstein hin, der von nicht metamorphisiertem Kalkstein des Oberen Jura überlagert wird. An der Nordwestgrenze des Massivs findet man transgressive nicht – metamorphisierte Mesozoische Gesteine am kristallinem Basement, meist aus der Oberkreide. Der nördliche Hang des E $\square$ rigöz-Karakoca Gebirges ist einfach strukturiert und weist 2 metamorphe Schichtlücken auf: die Ältere zwischen dem Komplex des Menderes – Kristallins und wahrscheinlichen Jurassischen Schichten, und die Jüngere zwischen diesen Jurassischen Schichten und den Oberkreidehorizonten.

Folgende radiometrische Daten sind für das Menderes Massiv vorhanden:

	Gesamtgestein	Orthoklas	Muskovit	Biotit	Zirkon
	Rb/Sr	Rb/Sr	Rb/Sr	Rb/Sr	U + Th/Pb
Augengneis, südlicher Kern	490 $\pm$ 90 529		66 $\pm$ 4	22,2 $\pm$ 1,3	
Augengneis, mittlerer Kern				20,2 $\pm$ 3,7	
E rigöz – Granit, nördlicher Kern	167 $\pm$ 14	31 $\pm$ 5		29 $\pm$ 3	69,6 $\pm$ 7

- Tabelle nach Brinkmann „Geology of Turkey“, S. 9

Ein Uraninitgang im südlichen Gneiskern wurde auf  $268 \pm 60 \cdot 10^6$  a datiert.

Es ist unklar ob der Alacam Granit zum Menderes Massiv gehört.

Das Menderes Massiv, bildet also einen Kristallin Komplex, mit Kerngestein des unteren Paläozoikum oder Kryptozoikum. Die kristallinen Schiefer des Mantels stammen von Sedimenten des Unteren Paläozoikums und der Marmor aus denen des Oberen Paläozoikum und Mesozoikums. Das Massiv erfuhr verschiedene Metamorphosen. Vor der letzten Metamorphose, wahrscheinlich durch eine Jurassische Phase, wurde das gesamte Massiv beeinflusst und die Anatexis im Kern beschleunigt

Alle diese Ergebnisse beziehen sich auf den westlichen Teil des Massivs. Der östliche Teil ist nur wenig untersucht worden. Deshalb ist es fraglich ob der Sultan zum Menderes Massiv gehört. Hier ist die Metamorphose als auch die Faltung prätriassisch. Solch eine Lücke in der

Metamorphose kombiniert mit einer spätvariszischen Tektogenese zeigte sich nie im westliche Teil des Massivs.

Legt man nun ein Profil vom Liegenden zum Hangenden der tertiären und quartären

Überdeckung so lassen sich verschiedene Ereignisse erahnen.

Im Liegenden läßt sich die Kemalpascha – Formation aushalten. Bei dieser miozänen Bildung handelt es sich um eine ca. 75 m mächtige Konglomeratformation. Darüber liegen Sandsteine und Geröll bzw. Konglomerate, die Metamorphite des Menderes- Massivs darstellen. Seit der miozänen Hebung wurden die tertiären Sedimente in den Grabenzonen abgelagert. Daraus resultiert eine Halbgrabenstruktur. Die Ablagerungen der groben und feinen Sedimente sind sehr asymmetrisch. Des weiteren finden sich darüber limnisch – fluviatile Ablagerungen.

Über dieser Folge findet man die Söke – Formation mit 125m Mächtigkeit aus dem mittleren Miozän. Diese besteht aus Sandstein, Schluffstein, Pelit und Schiefer. In dünnen Schichten finden sich Kohleablagerungen, sowie limnische Kohlen (3 – 7 m mächtig) und deren Flöze unterschiedlich ausgebildet sind, und auch lagunäre Ablagerungen mit karbonatischem Bindemittel. An dieser Stelle des Profils Fallen die Schichten um 28° nach NW ein und die Faltrichtung liegt bei 340°, was NNW entspricht.

500m nördlich und 150 m höher des vorangegangenen Standortes findet man in der Söke – Formation verschiedenartige Inhalte. So lassen sich auch hier Ton- und Sandstein aushalten, sowie Konglomerate mit „Wacken“ mächtig bis zum m – Bereich. Die verwirrende Angabe der Höhe ist der Profilaufnahme geschuldet, da diese diagonal erfolgte und nicht vertikal.

Die Fevzipascha – Formation liegt über der Söke- Formation und ist ca. 150 – 170 m mächtig. Diese stammt aus dem späten Miozän und besteht aus geringverfestigtem Sandstein ohne karbonatisches Bindemittel. Dieser Sandstein liegt in Rippelschichtung vor. Des weiteren lassen sich auch Entwässerungsstrukturen finden, so daß es sich hier um einen Strandbereich handeln muß.

Am nächsten Punkt des Profils an der Straße nach Kuşadası findet man Magmaintrusionen und Extrusionen die den Hisartepe – Vulkaniten zugeschrieben werden. Des weiteren sind Andesite, Dazite und Basalte als Dykes. Diese deuten auf spätes Pliozän und die 2. Faltungsserie hin.

Am Berg Kalafatdağı in Mistur bei Kuschadası sind sehr gut sichtbare Harnischflächen vorhanden. Es handelt sich dabei um normale Störungsflächen, d.h. Abschiebungsflächen. Dieser Berg fällt um 48° nach S ein und streicht E – W. Es handelt sich hierbei um die Kuschadası – Formation, welche hier eine Beckenrandentwicklung des Menderes – Massivs darstellt.

In Kuschadası selbst findet man als Beckenentwicklung auch die Kuadası - Formation. Diese wird dem mittleren bis späten Pliozän zugeordnet und sie besteht aus Ton, Kalkstein und Sandstein. Es lassen sich parallele Schichten, die reichlich Pflanzen – und Fischreste enthalten, aushalten. Deshalb muß es sich um limnisch bis marine Bildungsbedingungen handeln.



## 7 Pamukkale

(O. Grassmann)  
Sonntag, 05.09.1998

### 7.1 Einleitung

Im Südwesten der Türkei, knapp 20 Kilometer nördlich Denizli, befinden sich die spektakulären Sinterterrassen von Pamukkale. Bereits in der Antike waren die Kalkterrassen ein beliebtes Thermalbad. Aus dieser Zeit stammen Tempel, Theater und Badehäuser, teilweise mit Zentimeter mächtigen Kalkkrusten überzogen.

Zu Deutsch bedeutet Pamukkale „Wattweißes Schloß“, in Anspielung auf die leuchtend weiße Farbe der Kalkablagerungen. In den letzten Jahren haben die Kalksinterterrassen von Pamukkale jedoch an Leuchtkraft verloren. Der zunehmende Wasserbedarf der zahlreichen Touristen erlaubt nur noch eine episodische Überspülung. Doch auch ohne Wirkung der Menschen versiegen die Quellen oberhalb der Terrassen – geologisch sind derartige Sinterablagerungen kurzlebige Erscheinungen.

### 7.2 Straße von Denizli nach Pamukkale, am Fuß der Terrassen.

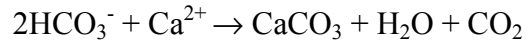
Die Kalksinterterrassen von Pamukkale liegen am Top des Mendres Massives. Dieses besteht überwiegend aus Ca- und Mg- Karbonaten (Abb. 16). Im Bereich einer „Crackzone“ werden diese Karbonate von zirkulierendem Grundwasser gelöst. Etwa vier Kilometer unterhalb der Erdoberfläche wird eine magmatische Intrusion vermutet, die für eine intensive Konvektion der Grundwasserströme verantwortlich ist. Isotopenanalytisch konnte jedoch eine magmatische Herkunft des Grundwassers ausgeschlossen werden, es handelt sich somit um meteorisches



Wasser. Oberhalb der Sinterterrassen von Pamukkale treten die salzreichen Lösungen an tektonischen Störungszonen zu Tage und überspülen die sich bildenden Kalkterrassen. Der  $\text{CO}_2$ -Partialdruck des im Gestein zirkulierenden Grundwassers ist aufgrund des

**Abb. 16:** Sinterterrassen von Pamukkale

Gebirgsdruck größer als an der Erdoberfläche. Zusätzlich äußert sich der magmatische Einfluß in einer Erhöhung des CO<sub>2</sub>-Gehalts, der für die Kalklösung verantwortlich ist. Durch den schlagartig abnehmenden Druck bei Quellaustritt wird gasförmiges CO<sub>2</sub> freigesetzt, so daß gemäß folgender Reaktionsgleichung Calciumkarbonat freigesetzt wird:



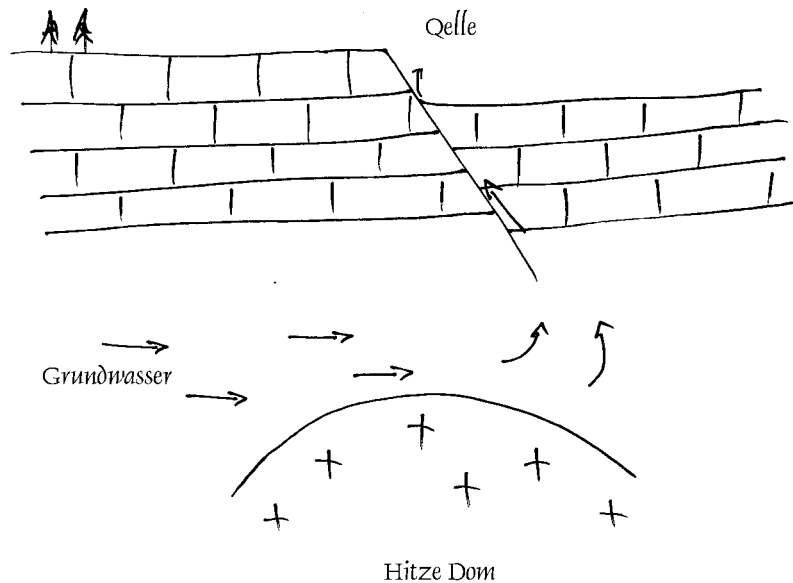
Mit zunehmender Wassertemperatur nimmt die CaCO<sub>3</sub>-Löslichkeit ab. Die Temperatur des Grundwassers liegt bereits bei 34-35°C, so daß Kalkabscheidung durch Erwärmung des Bikarbonat-haltigen Wassers in den Terrassenbecken von untergeordneter Bedeutung ist. Die Wachstumsrate der Sinterablagerungen ist relativ hoch. Anschaulich an den Sinterüberzügen der antiken Bauwerke zu beobachten (Abb. 17). Mit einem Alter von 14000 Jahren handelt es sich um eine junge, noch aktive geologische Erscheinung.



**Abb. 17:** Altes Grab in Sinterablagerungen eingebettet.

## 7.2 „Rote Quelle“, wenige 100 Meter nördlich der (eigentlichen) Sinterterrassen

Mit einer Wasser-temperatur von 56°C (pH-Wert: 6,64) stellt das Grundwasser ein gutes Lösungsmittel für viele Minerale (Ausnahme: Karbonate) dar. Die Lösungsfähigkeit wird durch den intensiven Neben-gesteinskontakt infolge Konvektion begünstigt. Das Wasser dieser



Quelle (Abb. 18) ist durch einen besonders hohen  $\text{Fe}^{3+}$ -Gehalt gelbbraunlich gefärbt. Entsprechend sind die karbonatischen Sinterausscheidungen von brauner Farbe. Auch die Konzentrationen anderer Ionen liegen über denen der „weißen Quellen“ im Bereich der eigentlichen Sinterterrassen. Die Ionenkonzentrationen des Quellwassers wird folgendermaßen angegeben:

**Abb. 18:** „Rote Quelle“

Kationen	mg/l
$\text{Ca}^{2+}$	466,000
$\text{Na}^{+}$	114,950
$\text{Mg}^{2+}$	131,344
$\text{K}^{+}$	32,883
$\text{Fe}^{3+}$	4,485
$\text{Al}^{3+}$	0,85

Anionen	mg/l
$\text{HCO}_3^-$	1339,57
$\text{SO}_4^{2-}$	830,00
$\text{Cl}^-$	130,00
$\text{F}^-$	2,28
$\text{HPO}_4^{2-}$	0,70
$\text{SiO}_4^{4-}$	12,60

Wegen der ausgesprochen hohen Salzgehalte wird das Wasser dieser Quelle als Heilwasser verwendet.

## 8 Mittlerer Taurus – Köprülü Canyon

Feldmann  
Montag, 07.09.1998

Vom derzeitigen Standquartier in Side führte der heutige Tag in den Mittleren Taurus. Diese auch Isparta-Taurus genannte, bis zu 200 Kilometer breite Hochgebirgsregion umrahmt den Golf von Antalya und damit eine nicht sehr breite, aber recht langgestreckte Küstenzone, die (touristische) Türkische Riviera, mithin die antike Landschaft Pamphylien.

Der Fluß Köprü İrmagi, der dem Canon den Namen gegeben hat, entspringt im anatolischen Hochland südöstlich des Egirdir-Sees und durchschneidet dann auf einer Nord-Süd-Linie den Taurus. Dabei folgt er einer tektonisch angelegten Grabenzone, gekennzeichnet durch die Bruchlinie von Kirkkavak. Die umgebenden Gesteine sind wie sonst auch im Taurus mesozoischen Alters und bestehen aus Dolomiten, Sandsteinen und Mergeln.



**Abb. 19:** Köprülü Canyon

Der Graben selbst ist mit dem etwa 1000 Meter mächtigen Köprücay-Konglomerat ausgefüllt, einem grauen bis graubraunen Kalkstein-Konglomerat mit kalkigem Bindemittel.



**Abb. 21:** Straßenanschnitten Flyschfolgen

Liefergebiet ist das mesozoisch-tertiäre Kalkplateau nördlich des Canon. Die unterschiedliche Härte des Materials führte beim Einschneiden des Flusses in dieses Konglomerat zu vielfältigen Verwitterungsformen.



**Abb. 21:** Straßenanschnitten Flyschfolgen

Der Canon hat eine Länge von etwa 14 Kilometern und eine durchschnittliche Tiefe von 100 Metern. An einigen Stellen schneidet er sich bis zu 400 Meter in den Untergrund ein. Die höchste Erhebung der Gegend ist mit 2505 Metern der Bozburun Dagi. Das ganze Gebiet bildet den Köprülü-Kanyon-Nationalpark.

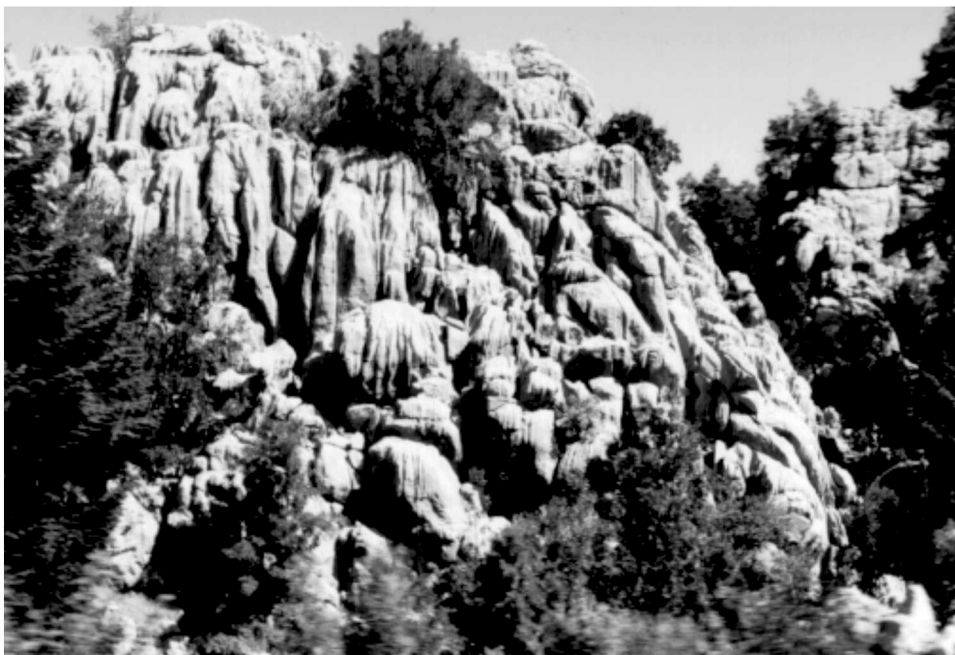
Mit dem Bus fuhren wir bis zur Oluk-Brücke etwa 5 Kilometer nördlich von Beskonak, wo der eigentliche Canon beginnt. Von dort unternahmen wir eine etwa 4-stündige Fußexkursion der Canon aufwärts (Abb. 19).

Nachdem der Fluß aus dem Massiv des Taurus herausgetreten ist, durchfließt er ein welliges zur Küste abflachendes Hügelland. In Straßenanschnitten sind hier mächtige Flyschfolgen zu sehen (Abb. 20, 21).

## 9 Taurus und Süd-Zentralanatolien (Side – Konya)

Anja Michalski  
Dienstag, 08.09.1998

Wieder einmal steht uns eine lange Busfahrt bevor. Sie soll uns von der Südküste bei Side ins Landesinnere bis nach Konya bringen. Die Fahrt führt über den Taurus, genau gesagt den westlichen Teil des Zentraltaurus. Der Bogen des Zentralen Taurus nimmt seinen Anfang im nördlichen Hinterland des Golfes von Antalya im Bereich der abflußlosen Seen Burdur-, Beysehir- und Egridirsee. Der westliche und östliche Teil des Zentralen Taurus werden durch Gebirgsketten gebildet, wobei im Osttaurus mit Höhen bis zu 3800 m die höchsten Gebiete liegen. Im Zentrum des Zentralen Taurus, zwischen Karaman und Silifke, dagegen formt eine gehobene Tafel jungtertiärer Kalke, die stark verkarstet sind, eine Gebirgsniedrigung. Die nach Südosten streichenden Gebirgsketten des westlichen Zentraltaurus sind weitgehend aus paläozoischen Kalken aufgebaut. Sie erreichen Höhen von etwas über 2500 m ü. NN und zeigen deutliche Verkarstungserscheinungen wie die Karren auf den Kalksteinfelsen



**Abb. 22:** Karren im Kalkstein des Taurus

an der Straße (Abb. 22). Neben den Kalken sind am Straßenrand auch Sandsteine und Konglomerate, die als Debris-Flows mit Fließfalten ausgebildet sind, angeschnitten. Unser Weg führt am Sugla-See vorbei nach Seydisehir. Bald darauf verlassen wir das durch schroffe

Formen charakterisierte Hochgebirge und erreichen Inneranatolien. Dieses große in seinem Hauptteil abflußlose Trockengebiet nördlich des mittleren Taurusbogens dehnt sich über den gesamten Südwesten aus und reicht im Osten bis zum Erciyas Dağı. Weite Ebenen mit Höhenlagen zwischen 800-1200 m ü. NN bestimmen das Landschaftsbild. Aufgebaut sind die Flächen aus horizontal- bis flachgelagerten tertiären Ablagerungen. Neben jungtertiären See- und Flußablagerungen sind in ausgedehnten Gebieten flachgelagerte Tuffschichten verbreitet. Während die Steppenhochflächen, Yaylas genannt, im Pliozän bis Pleistozän leicht gehoben wurden, so daß sie der Abtragung unterlagen, die ein leicht hügliges Gelände formte, wurden andere Gebiete abgesenkt. Diese sogenannten Ovas sind bis heute Sedimentationsgebiete, die

holozänen Schichten liegen somit vollkommen eben. In einigen dieser Senkungszoneen liegen Salzseen. Die Begrenzungen zwischen den Yaylas und Ovas sind tektonisch angelegte Bruchzonen, über denen sich vulkanische Massive und Tuffkegel bildeten.

Die aus den Hochebenen ragenden jungvulkanischen Bergländer sind aufgrund ihrer schroffen Formen gut von den etwas ruhiger geformten Aufragungen des älteren Untergrundes zu unterscheiden. Auf unserer Fahrt queren wir unter anderem die schroffen, schwarzen Lavaberge eines alten Vulkankraters, der vermutlich die Tuffe der Umgebung aufschüttete.

## 9.1 Catalhüyük

Rund um Konya erstreckt sich die Konya Ova. Auf der riesigen, vollkommen flachen Ebene erheben sich an mehreren Stellen kleine Hügel, die nicht in das Landschaftsbild passen. Diese Hügel werden durch die verwitterten Reste von Lehmziegeln steinzeitlicher Siedlungsanlagen gebildet.

In der frühen Jungsteinzeit vom 7. bis zum 3. Jahrtausend entstanden hier unzählige Siedlungen. Eine von ihnen ist Catalhüyük, etwa 40 km südöstlich von Konya gelegen. Der knapp 18 m hohe und ca. 12 ha umfassende Siedlungshügel entstand durch mehrmaliges Überbauen alter Siedlungen. In Catalhüyük wurden 12 verschiedene übereinander errichtete Siedlungen nachgewiesen. Die erste Siedlung an diesem Ort wurde 6250 v. Chr. gegründet. Diese frühesten Schichten liegen heute, verursacht durch Sedimentation, über 2 m unter dem Niveau der Ebene. Das Ende der Besiedlung lag schätzungsweise um 5400 v. Chr., wie man anhand von Brandspuren ermitteln konnte.

Catalhüyük gilt als eine der größten jungsteinzeitlichen Siedlungen. Die würfelähnlichen Häuser waren dicht nebeneinander gebaut. Als Baumaterialien verwendete man Lehmziegel, Ried für die Dachverstärkung, Lehm-, Gips- oder Kalkverputz für die Wände und teilweise Holz für ein Fachwerk. Die Lehmziegel sind heute größtenteils zerfallen, an einigen Stellen jedoch wurden sie bei einem Brand haltbar gemacht, so daß noch heute Mauerstrukturen erkennbar sind. Zwischen den Häusern gab es keine Gassen, lediglich Innenhöfe, die als Abfallgruben verwendet wurden. Die Gebäude waren somit nur über Holzleitern durch das Rauchabzugsloch im Dach zugänglich. In den ca. 25 m<sup>2</sup> großen Wohnungen befanden sich meist eine Bank, ein Herd, ein Ofen und einige Plattformen, die wahrscheinlich als Schlaf-, Arbeits- und Begräbnisstätte zugleich genutzt wurden.

Die Toten wurden neben oder unter den Schlafstätten begraben, um ihnen eine weitere Teilnahme am Familienleben zu ermöglichen. Nachfolgende Generationen schütteten das Haus schließlich zu und bauten ein neues darüber.

Aus dem Umfang des Siedlungshügels und der Größe der Häuser kann man auf eine Einwohnerzahl von rund 10.000 Personen schließen. Da das Klima damals wahrscheinlich ebenso warm wie heute war, jedoch etwas feuchter, siedelten die Menschen in einer fruchtbaren Ebene. Sie lebten von Anbau von Weizen, Obst und Gemüse (einfache Bewässerungslandwirtschaft), es wurden Rinder gezüchtet, Ziegen und Schweine gezähmt und als Haustiere gehalten. Neben verschiedenen Tieren, die gejagt wurden, fand man bei den Ausgrabungen auch Fischknochen. Zu dieser Zeit (im 7./6. Jahrtausend v. Chr.) war also in einem Gebiet, das heute eine trockene Steppe ist, Fischfang möglich. Außerdem zeigen hier entdeckte Holzreste von Wacholder, daß die heute baumlose Ebene früher bewaldet war. Durch die jahrtausendlange Besiedlung kam es zur Klimaänderung, Bäume wurden für den Hausbau abgeholzt, die Böden trockneten aus und versalzten.

Neben dem Ackerbau spielte auch das Handwerk eine bedeutende Rolle in den steinzeitlichen Siedlungen. Es wurde zum Beispiel Obsidian zu Waffen, Werkzeugen und Kultgegenständen

verarbeitet, aus Knochen, Leder und Holz entstanden Gebrauchsgegenstände. Hier gefundene Obsidianarbeiten aus Mesopotamien deuten auf einen regen Fernhandel hin.

Fresken und Lehmputzreliefs von Stierhörnern und -schädeln, die in jedem Haus zu finden waren, und Tonstatuetten und Wandmalereien von Gottheiten weisen auf die Verehrung einer Muttergöttin und auf einen ausgeprägten Stierkult hin.

Die Ausgrabungen von Catalhöyük begannen in den 60er Jahren. Die entdeckten Werkzeuge, Gebrauchs- und Kunstgegenstände befinden sich im Archäologischen Museum in Ankara.



## 10 Meke-Krater und Obruk Yaylası (Konya – Ortahisar)

Anja Michalski  
Mittwoch, 09.09.1998

Der südliche Teil Inneranatoliens, das Gebiet, in dem unsere heutigen Ziele liegen, trägt den alten Namen Lykaonien. Die ausgedehnten Steppentafeln und flachen Großbecken sind vollkommen baumlos. Die zentrale Lage inmitten eines Saumes von Randgebirgen macht das Gebiet zu einer der trockensten Steppenregionen des Hochlandes mit weniger als 300 mm Niederschlag im Jahr. Andererseits liegt hier eines der großen Getreideanbaugebiete der Türkei.

An den Rändern zu den begrenzenden Gebirgen sind größere Städte angesiedelt, wie zum Beispiel Aksaray an der Grenze zu Kappadokien und Konya im Westen. Sie markieren die einstigen wichtigen Paßübergänge aus Lykaonien.

Im frühen Mittelalter (10.-12. Jahrhundert) erlangte das Gebiet unter den Seldschuken weitreichende Bedeutung. Dieser im Laufe des 9. Jahrhunderts vom Aralsee eingewanderte türkische Stamm gründete hier ein Reich, das bald den größten Teil Kleinasiens umfaßte. Konya wurde zur Hauptstadt des Seldschukenreiches. Die Stadt ist auch heute noch Wallfahrtsziel, berühmt vor allem durch das Mevlana-Kloster.

### 10.1 Mevlana-Kloster

Schon von weitem sieht man das grüne Kegeldach, welches das Grabmal des Mevlana kennzeichnet und als Wahrzeichen der Stadt gilt.

Die Klosteranlage stammt in ihrer jetzigen Form aus dem 16. Jahrhundert. Neben den Sarkophagen des Mevlana, seiner Gemahlin und seinen Kindern befinden sich in der Klostermoschee u. a. noch die Gräber von sechs Derwischen, die zusammen mit dem Philosophen und Theologen Celaleddin Rumi, genannt „Mevlana“ (= Unser Herr), nach Konya kamen.

Mevlana gründete im 13. Jahrhundert den Orden der Tanzenden Derwische. Dieser Mönchsorden hatte, wie auch die Mönchsorden in Westeuropa, keinen eigenen Grundbesitz, jedoch aber bedeutenden Einfluß auf die Politik. So war er auch an der Krönung des Sultans beteiligt.

1925 wurde der Orden von Atatürk verboten, da diese Bruderschaft seine Bestrebungen zur Gründung einer westlich orientierten Türkischen Republik zu verhindern suchte. Aus diesem Grund ist das Mevlana-Kloster heute offiziell ein Museum, in dem eine Sammlung von Gegenständen aus dem Mevlana-Orden besichtigt werden kann.

Trotzdem ist der Ort noch ein beliebtes Wallfahrtsziel. Auch der berühmte Tanz der Derwische wird noch am Todestag des Mevlana aufgeführt.

### 10.2 Meke-Krater

Im Miozän bis Pliozän lagerte sich in weiten Bereichen Süd-Zentralanatoliens Seekreide, ein sehr kalkreiches, lagustrines Seesediment, ab. Den kristallinen Untergrund bildete Marmor. Die karbonatischen Seesedimente gehören zur Cihanbeyli-Formation. In dieser Formation, die fünf Untergliederungen besitzt, treten in vielen Teilen Ton-Karbonate auf. In den oberen

Bereichen sind die Karbonate verkarstet. Die Verkarstungsstrukturen weisen darauf hin, daß der Wasserspiegel einst höher war als heute.

Zwischen den normalen flachen Lagen der Sedimente der Cihanbeyli-Formation entstanden an einigen Stellen 2-3 m breite wellige Kreuzschichtungen. Es handelt sich dabei um Sturmlagen, die Teil einer jeden normalen Seesedimentation sind. Auch Beulen-Schrägschichtung als typisches Zeichen einer Sturmablagerung ist zu finden (Abb. 23). In die Seesedimente eingeschlagene Basaltbomben und Lapillilagen zwischen den Kalken deuten auf



**Abb. 23:** Beulen-Schrägschichtung

vulkanische Aktivität während der Sedimentation der Seekreide hin. Im Pliozän kam es durch tektonischen Bewegungen zu Basalt-ausbrüchen entlang der Störungszonen. Es wurden drei verschiedene Aus-brüche nachge-wiesen, die den heutigen Meke-Krater, 8 km östlich von Karapınar ge-legen, formten.

Alle drei Extrusionen fanden im Pliozän statt, im Quartär gab es keine Aktivitäten in diesem Gebiet. Nach dem Hauptausbruch, bei dem wahrscheinlich die Gipfelpartie des ehemaligen Vulkans weg-gesprengt wurde, entstand eine Caldera, die eine Fläche von 800 x 500 m



**Abb. 24:** Merke Krater

einnimmt. In ihrem Kratersee wuchs bei einem jüngeren Aus-bruch ein neuer Vulkankegel empor (Abb. 24). Dieser schwarze Asche-vulkan ist heute ungefähr 50 m hoch und besitzt eine 25 m tiefen Trichter. In der jüngsten Phase des Vulkanismus bildeten sich im Süden des Sees kleinere Explosions-krater, aus denen größtenteils Gase austraten.

Um den Krater verteilte Bimstein-Brocken weisen auf einen sehr gasreichen Vulkanismus hin. Das leichte poröse Gestein entsteht, wenn durch überhöhten Gasdruck die Schmelze explosionsartig austritt und dabei durch die plötzliche Befreiung der Gase aufgeschäumt wird. Das Wasser des Kratersees ist mit 150 g/l stark salzhaltig und somit kein Süßwasser mehr, sondern Brackwasser. Der dunkelbraune bis schwarze Schlamm, der den Seeboden bedeckt, besitzt einen hohen organischen Gehalt. In dem sauerstoff-freiem Wasser wird die aus Phosphor, Nitraten, Oxigenen, Kohlenstoff, Schwefel, Stickstoff und manchmal auch Calcium (CHONSP(Ca)) zusammengesetzte organische Substanz von anaeroben Bakterien nur zum teil zersetzt. Es finden hier erste Prozesse zur Kohle- und Erdölbildung statt.

### 10.3 Doline

Auf der Obruk-Yayla östlich von Konya und nördlich von Karapınar kommen in großer Zahl Riesendolinen vor, die im Durchmesser bis 502 m und in der Tiefe 50-120 m erreichen. Die meisten von ihnen sind trocken, doch vor allem im nördlichen Teil des Plateaus gibt es auch einige mit Wasser gefüllte Dolinen. Ursache für die Dolinenbildung sind die kalkigen Seesedimente des Gebietes. Es



Es handelt sich dabei um die gleiche Formation wie am Meke-Krater. Im Pliozän - Miozän befand sich hier ein großer See, der sich weit nach Süden und nach Norden bis zum Salzsee ausdehnt, und in dem sich die Seekreide ablagerte. Durch Auslaugung der verkarstungsfähigen Gesteine bilden sich Dolinen. Man unterscheidet Lösungsdolinen, die durch Auslaugung des Gesteins an der Erdoberfläche infolge versickernden Wassers entstehen, und Einsturzdolinen, zu denen auch die im Gebiet der Obruk-Yayla auftretenden Dolinen zählen. Das bei magmatischer Tätigkeit entweichende Kohlendioxid wurde um Grundwasser gelöst. Das kohlendioxidreiche Wasser wiederum löst den Kalk im Untergrund. Es entsteht ein unterirdischer Hohlraum, der sich ständig vergrößert bis das Deckgestein schließlich herunterbricht.

**Abb. 25:** Doline ca. 30 - 40 m tief und ca. 40 m Durchmesser

In dem riesigen Gebiet der Obruk Yayla ist das Auffinden einer Doline jedoch keine einfache Sache. Unsere Suche nach einer solchen Karstbildung nahm in Karapınar seinen Anfang. Eine feldwegähnliche Straße führt uns in ein Gebiet, das so ausgedürft und eintönig war, daß man nicht glaubte, einem weiteren menschlichen Wesen hier zu begegnen. Das leicht wellige Steppenhochland der Obruk Yayla breitete sich kilometerweit vor uns aus. Auch nach einer Stunde Fahrt bot sich dem Blick keine merklich veränderte Landschaft dar. Selbst die Dolinen schienen sich zu weigern, die Eintönigkeit zu unterbrechen. Ab und zu kommen wir durch ein oft wie verlassen wirkendes Dorf. Niedrige Hütten mit flachen Dächern und in der Farbe des aufwirbelnden Staubes, lassen nicht vermuten, daß große, belebte Städte wie Konya ganz in der Nähe liegen. Fast hatten wir es schon aufgegeben, überhaupt noch eine Doline zu Gesicht zu bekommen, als sie endlich auftauchte (Abb. 25). Allerdings hätten wir nicht viel früher kommen dürfen, denn wie wir von unserem türkischen Führer erfuhren, existierte diese Doline vor fünf Jahren noch nicht, als er in diesem Gebiet kartierte. Wir befanden uns jetzt schätzungsweise 10 km nordwestlich von Karapınar. Die sehr junge Doline hatte einen Durchmesser von annähernd 40 m und war 30-40 m tief, was in etwa der Höhe eines fünfzehnstöckigen Hochhauses entspricht. Den Grundwasserspiegel erreichte diese Doline jedoch noch nicht.

#### 10.4 Sultanhan

Die große, sehr gut erhaltene Karawanserei Sultanhan liegt 42 km westsüdwestlich von Aksaray in der Obruk-Yayla. Um 1229 ließ Sultan Alaeddin Kaykobad die Karawanserei an der Hauptstraße des Seldschukenreiches zwischen der Hauptstadt Konya und dem östlich gelegenen Handels- und Verwaltungszentrum Kayseri erbauen.

Der 121 m lange Komplex nimmt eine Fläche von 4866 m<sup>2</sup> ein. Vierundzwanzig Marmortürme stützen die Außenmauer des festungsartig angelegten Bauwerks. Durch ein reich verziertes, 13 m hohes und 11 m breites marmornes Eingangsportal gelangt man in den Sommerhof. Der Hof allein beansprucht einen Raum von 51 x 24 m. In seiner Mitte befindet sich eine Pavillonmoschee mit doppelläufigem Ausgang. Zweistöckige Gebäude umgeben den Hof, auf der einen Seite die Stallungen mit den Lagerräumen darüber, auf der anderen Seite die Küchen, Bäder und Schlafräume. Am Ende des Sommerhofes erhebt sich die Winterhalle. Den neunschiffigen Pfeilersaal mit Mittelkuppel betritt man durch ein reich ornamentiertes Prunktor. Der 55 x 37 m große Raum diente zur Unterbringung von Tieren und Wagen.

In den Steppengebieten Anatoliens gab es unzählige von Karawansereien. Sie wurden im 13. Jahrhundert von den Seldschuken im Abstand von einer Tagesreise (etwa 30 km) angelegt, um die Fernhandelsstraßen gegen räuberische Überfälle zu sichern. Aus diesem Grund wurden die Karawansereien auch festungsähnlich erbaut und mit einem stabilen und gut verschließbarem Tor versehen.

Die meisten Karawansereien waren Stiftungen von Sultanen oder Wesiren. Sie dienten jedoch nicht nur als Unterkünfte für die Nacht, sondern waren gleichzeitig auch kleine unabhängige Siedlungen für sich.

## 11 Kappadokien

(Katrín Michalski)  
Donnerstag, 10.09.1998

Als Kappadokien bezeichnet man jene Hochflächen und Gebirge des östlichen Inneranatoliens um den oberen und mittleren Kızılırmak (Abb. 26).

Kappadokien ist durch dünne Besiedlung gekennzeichnet. Die Menschen konzentrieren sich auf engen Raum dort, wo sich fruchtbare Böden auf vulkanischen Tuffen ausbreiten. Hier (im Süden) spricht man vom Herzen Kappadokiens.

Die Landschaft entstand vor ca. 50 Millionen Jahren im Tertiär. Sie ist geprägt von Vulkanen, die im Laufe der Zeit gewaltige Massen vulkanischen Materials ablagerten. Aus diesen Ablagerungen modellierte die Erosion die Tuffkegellandschaft Kappadokiens.

Zu ihrem Schutz gruben die Menschen Höhlenwohnungen, Klosterdörfer und -kirchen und ganze Troglodytenstädte in den weichen, aber standhaften Tuff (Troglodyten: griech. Höhlenbewohner)

### 11.1 Geschichte Kappadokiens

Der Beginn der Besiedlung lag in prähistorischer Zeit ab ca. 8000 v. Chr. . Ausgrabungen haben neolithische Siedlungshügel, sogenannte Hüyüks ans Tageslicht gefördert (z.B. bei Hacilar und Catal Hüyük). In der Bronzezeit ab ca. 3000 v. Chr. nahmen die Hatti Einfluß auf das Gebiet. Als die Assyrer im 2. Jahrtausend v. Chr. Handelsniederlassungen hier errichteten, wurde das Gebiet hethitisch. Nach 1250 v. Chr. herrschten die Phryger, Kimmerier und Lyder.

Die Herrschaft der Perser beginnt 546 v. Chr. mit dem Sieg von König Kyros über den Lyderkönig Krösos in der Schlacht am Kızilirmak (dem antiken Halys). Die kappadokischen Vulkane Erciyes Dağı und Hasan Dağı gelten zu dieser Zeit als heilige Feuer-berge.

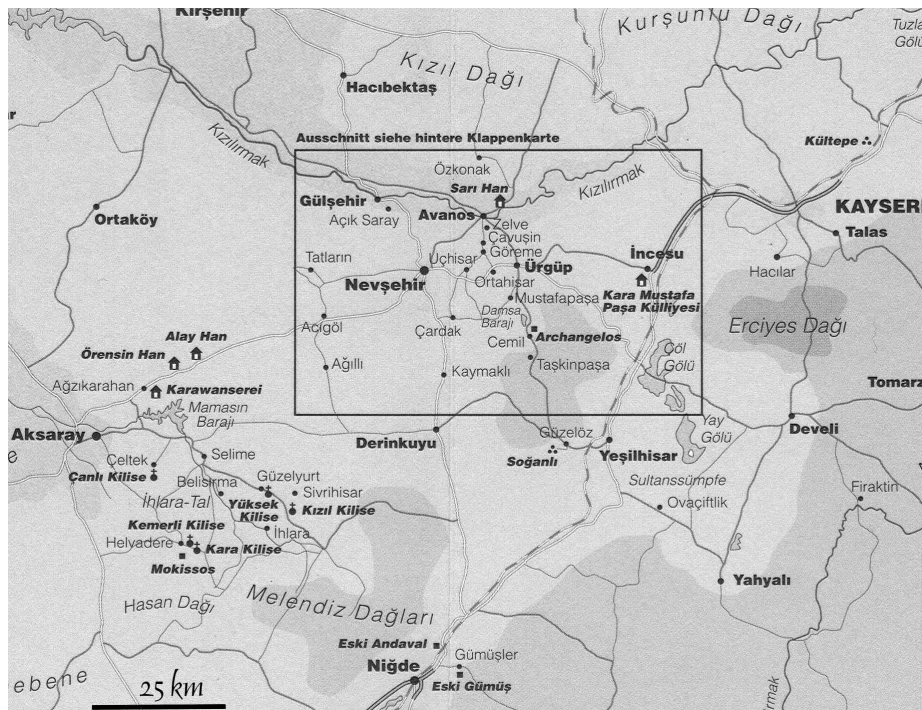


Abb. 26: Übersichtskarte zentralen Kappadokiens

In hellenistischer und römischer Zeit (334 v. Chr.-330 n. Chr.) reist erst der makedonische Feldherr Alexander der Große die Herrschaft über ganz Kleinasien an sich. Nach dem Durchschreiten Kappadokiens erobert er Persien und weitet sein Reich bis in das Gebiet des heutigen Indiens aus. Nach dem Tod Alexanders entstehen im Gebiet Anatoliens unabhängige Königtümer (Königreich Kappadokien). Aufgrund einer testamentarischen Schenkung um 129 v. Chr. des pergamenischen Reiches Attalos III. gelangt das Gebiet um Ankara an die Römer, die ihre Herrschaft in den folgenden Jahrzehnten in Anatolien weiter festigten. Um 17 n. Chr. wird Kappadokien zur römischen Provinz erklärt. Unter der Herrschaft der Römer kam es zur Anlage von Handels- und Militärstraßen, außerdem wurden städtische Zentren und Dörfer gefördert.

Im Zuge der Christianisierung Kleinasiens entstanden erste Christengemeinden. Tausend Jahre lang blühte hier ein reges Klosterleben, das erst mit der seldschukischen (Ende 11. Jh.), turkmenischen (Mitte 13. Jh.) und osmanischen (ab Ende 13. Jh.) Invasion beendet wurde.

## 11.2 Ortahisar - Göreme

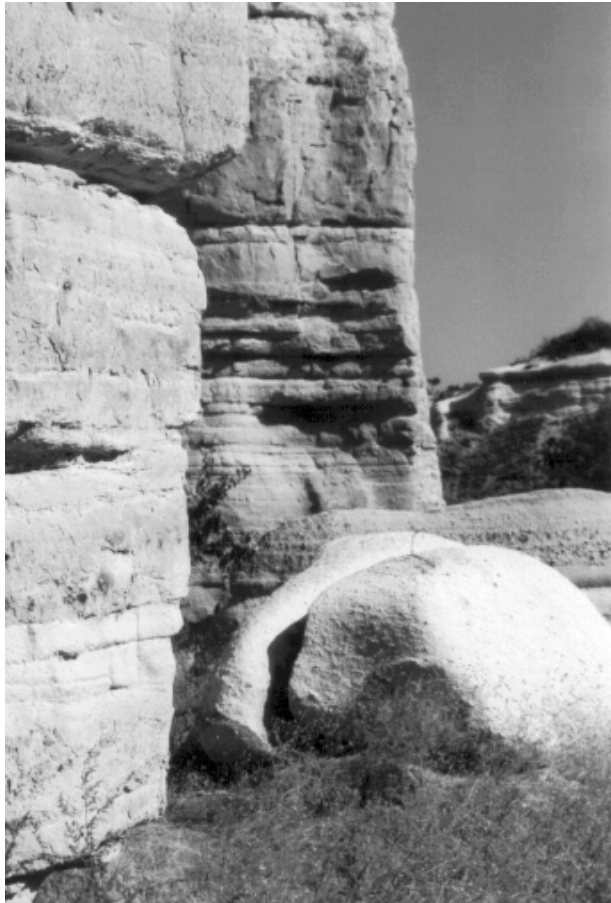
Ortahisar verdankt seinen Namen den von zahlreichen Höhlenwohnungen durchlöchernten Tuffeln zu deren Füßen es sich ausbreitet. Einer dieser Tuffeln ist der Burgberg von Ortahisar (Abb. 27) von dem man einen guten Blick auf die Tufflandschaft Zentralkappadokiens hat. In diesem Gebiet (Göreme - Ürgüp) kam es im Pliozän zu starker vulkanischer Tätigkeit, die sich in einer Reihe von Ausbrüchen äußerte. Durch diese vulkanische Tätigkeit kam es zur Schüttung von mächtigen Tufflagen. Eingelagert in die Tuffschichten sind Basallagen. Es kommen aber auch limnische Ablagerungen vor, die im Grenzbereich Miozän - Pliozän entstanden, als ein im Norden befindlicher Süßwassersee auf das Gebiet Göreme- Ürgüp übergriff.



Tuff ist verfestigtes pyroklastisches Material. Der Tuff gehört zur wichtigsten Gruppe der pyroklastischen Bildungen. Eine andere Gruppe sind die Schlotbrekzien.

Tuffe haben eine Korngrößeneinteilung von Aschenmaterial (Sand - Staubgröße), Erbsen-, Haselnußgröße (Lapillituffe) und Brekzientuffe. Die Partikel können magmeneigene oder magmenfremde Materialien sein. Man unterscheidet Tuffe nach Auswurfs- und Sedimentationsmechanismus in geflossenes pyroklastisches Material und gefallenes pyroklastisches Material. Bei gefallenem Material kommt es zu einer Korngrößensortierung, bei der das grobe Material in Vulkannähe abgelagert wird.

**Abb. 27:** Burgberg von Ortahisar



**Abb. 28:** Tuffelsen bei Göreme

Schlammströme entstehen, wenn kaltes geflossenes pyroklastisches Material mit Wasser in Verbindung kommt. Glühend heiß geflossenes Material ist am Boden oft sehr schnell und beim Absatz kann das Material zusammensintern. Die so entstandenen Gesteine werden als Ignimbrite bezeichnet. In Tuffen ist inkohltes Material oft ausgerichtet. Tuffe sind sehr porös, es kommt zu Alterationserscheinungen und Mineralumwandlungen. Durch Wassereinfluß kommt es zu Zersetzungserscheinungen. Tuffe sind geschichtetes Material (umgelagert und transportiert) und gegenüber Erosion sehr anfällig. Teilweise ist Tuff auch verwitterungsbeständig, wenn er mit Wasser in Verbindung kommt und Minerale umgewandelt werden (Abb. 28). Die Folge ist eine Zementation des Materials. Es gibt alle Übergänge zu anderen Sedimenten, wodurch Mischsedimente entstehen. Ein wichtiger Tuffrohstoff ist Spezialbeton, und mit bestimmten Zeolithen kann Tuff als Ionenaustauscher genutzt werden. Mit dem Ende der vulkanischen Tätigkeit am



**Abb. 29:** Tuffkegellandschaft

Ausgang des Pliozäns setzte eine starke Erosion ein. Flüsse gruben sich in das Tuffgestein und schufen tief eingeschnittene Täler. Aber auch durch Winderosion wurden die weicheren Tufflagen abgetragen. Durch die unterschiedliche Ablagerung und Härte der Gesteine entstand so die für Kappadokien typische Tuffkegellandschaft (Abb. 29). Das Gebiet

um Göreme- Ürgüp wurde schon zeitig besiedelt. Die ersten Menschen nutzten die im Gestein vorhandenen Höhlen. Später wurden diese ausgebaut oder neue Höhlen in den Fels gegraben. Es wurden auch ganze Städte unterirdisch angelegt. Bei Göreme befindet sich ein

Höhlenkirchental, in dem in enger Nachbarschaft viele Höhlenkirchen und Höhlenklöster liegen, in denen teilweise noch relativ gut erhaltene Fresken und Wandgemälde zu sehen sind.

### 11.3 Rundfahrt durch Kappadokien

Freitag, 11.09.1998

Außerhalb Zentralkappadokiens werden die Landschaftsformen schroffer und anstelle der Tuffe treten Basalt - Laven mit dazwischen gelagerten weicheren Tuffschichten. Die Laven bilden hier Decken, wodurch eine Schichtstufenlandschaft auf vulkanischer Basis entsteht. Die Schichten sind stellenweise durch vertikale Gänge durchbrochen. Diese Decken weisen auf eine größere Nähe zum Eruptionszentrum hin. Die Laven in diesem Gebiet sind basaltisch - andesitisch.

Zwischen den Vulkanketten liegen Tiefebene (Ovas). Eine davon ist die Tiefebene von Develi mit Seeablagerungen mit dazwischen gelagerten Tuffen und Laven. Durch Blattverschiebung kam es zur Beckenbildung, Absenkung und Überlagerung durch andere Sedimente. An den Beckenrändern befinden sich Störungen an denen die Lavadecken herausgehoben worden.

Der Salzsee Cöl Gölü ist der erste Stop auf dieser Rundfahrt. Er liegt südwestlich des Vulkanes Erciyes Dağı, der mit 3917 m ü. NN der höchste Berg Inneranatoliens ist. Sein letzter Ausbruch erfolgte wahrscheinlich im Altertum.

Der Salzsee weist die Playa - Sedimentation eines temporären Sees auf (Abb. 30). Am Rand des Sees ist noch Pflanzenbewuchs vorhanden. Weiter zum Inneren des Sees zu findet man Ton. Dessen oberste Zentimeter sind mit einer dünnen Salzkruste bedeckt. Neben Steinsalz findet man hier auch Kalisalze, die durch den basischen Vulkanismus entstehen. Die Salze werden aus den Laven freigesetzt. Sie werden bei einer Überflutung des Sees immer wieder aufgelöst. Durch die Salze wird der Ton immer wieder umgelagert, wodurch ein ungeschichteter Ton entsteht. Die Salze benutzen außerdem Trockenrisse in den Tonen als Auf-stiegsrinnen. Durch den basischen Vulkanismus ist der Salzsee sehr natriumreich. In den

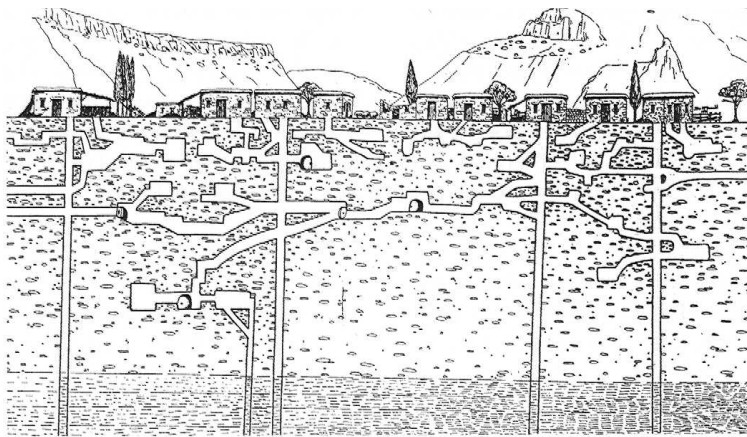


basischen Gesteinen kommen Plagioklase vor, die bei der Verwitterung Natrium und Kalium abgeben. Das Kalium wird leicht von Mineralen und Pflanzen aufgenommen, wogegen das Natrium nicht gebunden und nur sehr schwer in Mineralen aufgenommen wird.

**Abb. 30:** Cöl Gölü vor dem Erciyes Dağı



Weiter zum Inneren des Salzsees zu kommt es in den feuchteren Gebieten zur Bildung von Gipsknollen, und nur im Inneren des Sees kann es zu einer dauerhaften Salz-entstehung kommen. Mit dem Ort Cayırözü am Vulkan Erciyas Dağı wird der östlichste Punkt der Exkursion erreicht. Der nächste Aufenthalt der Rundfahrt erfolgte bei der Unterirdischen Stadt „Derinkuyu Yeralti Sehri“ (Abb 31). Unter dem Ort Derinkuyu liegt eine der



**Abb. 31:** Profilschnitt durch die Unterirdischen Stadt „Derinkuyu Yeralti Sehri“

vielen Troglodytenstädte Kappadokiens. Sie geht vermutlich auf die hethitische Zeit zurück. Die Hethiter benutzten aber nur die oberste Etage der acht bisher freigelegten Stockwerke. In diesen Stockwerken befinden sich Wohnungen, Kirchen, Klosterteile und Speicher, die durch mühlensteinartige Verschlusssteine verriegelt werden konnten. Diese Räume sind um einen 85 Meter tiefen Schacht eines Belüftungssystems mit 52 Luftschächten, die gleichzeitig als Brunnen dienen, angelegt. Seit der Römerzeit hat sich die unterirdische Fluchtsiedlung zu einer Stadt von 55 Metern Tiefe und einer Fläche von 4 km<sup>2</sup> entwickelt. Derinkuyu wurde dreimal von den Arabern überfallen. Man bewohnte nur die beiden oberen Etagen. Die anderen dienten als Notunterschlupf und



**Abb. 33:** Simeons – Kegel im Park von Zelve



**Abb. 32:** Unterirdisches Gangsystem

enthielten Kirchen und Depots. Auch die Toten wurden unterirdisch begraben. Zu jedem Wohnkomplex gehörten Küche, Schlaf- und Eßraum, Weinkeller, Toilette, Waffenlager, Wasserdepots, Speicher und Ställe. Lange unterirdische Gänge verbanden die Troglodytenstädte miteinander. Ein neun Kilometer langer Gang führt zum Beispiel nach Kaymaklı (Abb 32). Der letzte Punkt der Rundfahrt ist der Park von Zelve. Er liegt rund 15 Kilometer nordwestlich von Ürgüp zwischen Göreme und Avanos. Das Dorf Zelve liegt in einem Talkessel von dem zwei Seitentäler mit Höhlenwohnungen und klosteranlagen ausgehen. Vor diesem Dorf liegt das Tal der Mönche mit seinen Erdpyramiden und Feenkaminen. Der bekannteste Tuffelsen im Park von Zelve ist der Simeons - Kegel mit seinen drei „behüteten“ Spitzen (Mutter, Vater, Kind) (Abb. 33).

## 12 Ihlaraschlucht in Kappadokien

(Daniel Zerna)  
Sonnabend, 12.09.1998

Das Ihlara-Tal befindet sich südwestlich des zentralen Kappadokiens, südöstlich der Stadt Aksaray. Auf dem Weg in dieses Tal kann man die eindrucksvolle Tufflandschaft mit ihren Hochebenen, Schluchten und Felsnadeln noch einmal auf sich wirken lassen. Vorbei an der Aksaray- Ebene mit dem Blick nach Süden auf die Obruk- Hochebene, aus der sich zwei Vulkankegel erheben. Einer von ihnen, der Hasan Dağı mit einer Höhe von 3258 m und der kleinere mit einer Höhe von 3069 m. Diese Vulkane, die zum heutigen Tage schon erloschen sind, bildeten sich während der Auffaltung der dieses Gebiet umschließenden Gebirgsketten vor ca. 60 Millionen Jahren. Beide Vulkane sind mit für das landschaftlich sehr reizvoll anzuschauende Gebiet verantwortlich. Während ihrer aktiven Zeit ergossen sich aus ihnen Tuffe und Basaltlava, die nach Ablagerung und Erosion die heutigen Landschaftsformen Kappadokiens bilden. Weiter in Richtung unseres Tagesziels, vor dem Abstieg in die Schlucht, ist mit einem Blick nach Süden die Melendiz Dağları zu sehen. Sie ist mit 2063 m die höchste Hochebene dieses Gebietes.



Dieses Tal verläuft N-S entlang einer tektonischen Schwächezone. Es erstreckt sich etwa 14 km von den Dörfern Selime und Yaprakhisar im Norden bis zum Dorf Ihlara im Süden. Die durch den Melendiz Suyu bis zu 150 m tief in des Tuffgestein eingeschnittene Schlucht bietet einen überraschenden Kontrast zu der baumlosen, kargen Hochebenen-Landschaft (Abb. 34). Der Blick des Besuchers schweift in diesem Tal durch eine grünende Landschaft in der Ackerbau und Viehzucht betriebene wird. Wegen seines kurvenreichen Verlaufs wird das Ihlaratal auch Peristremma-Tal (das um und um gewundene Tal) genannt. Die steilen Felswände der Schlucht beherbergten in byzantinischer Zeit zahlreiche Wohnhöhlen und z. T. ausgemalte Kirchen, Einsiedeleien und Klosteranlagen aus dem 10.-13.Jh. n.Chr.

**Abb. 34:** Blick in das Ihlara-Tal

Die volkstümlichen Namen der Kirchen, wie ›die mit Kraut umwachsene‹, die ›duftende‹ oder auch die Hyazintenkirche, weisen auf eine enge Verbindung zwischen Mensch und Natur hin. Kulturhistorisch von großer Bedeutung sind die Malereien im Inneren der Kirchen, sie sind mit großer Wahrscheinlichkeit der Ursprung der Bildnisdarstellungen des Christentums für die europäischen Gebiete.

Die Exkursion durch das Tal soll im südlichen Teil beginnen. Durch den Museumseingang führt eine Treppe, die einen Höhenunterschied von ca. 100 m überwindet, direkt bis zum Melendiz Suyu. Im Tal angekommen, befindet sich nicht weit der Treppe die erste Kirche. Es handelt sich um die Sümbüllü Kilise (Hyazinthenkirche). Im Norden und Süden des Kirchenraumes befinden sich Kapellen mit Apsiden, so daß der Eindruck eines kreuzförmigen Baus entsteht. Zuerst tritt man in einen Vorraum, dessen Decke durch ein plastisches Rautenmuster verziert ist. Im Westteil der Kirche ist Kaiser Konstantin mit seiner Gattin Helena verewigt. Weiterhin sind Bildnisdarstellungen der Verkündigung der Maria, Marientod sowie ein Typus der Madonnendarstellung aus der Blachernenkirche in Konstantinopel zu finden. Über allem ruht in der Kuppel der Pantokrator, dessen Stil auf eine Ausmalung im 10. Jh. hinweist. Nach der Überquerung des Flusses über eine Holzbrücke, auf die Ostseite des Tales, ist nach wenigen 100 Metern die Yılanlı Kilise zu sehen. Ihr Name geht auf Höllendrachen und Schlangen das Weltgerichtsbildes, das sich in ihrer Westwand befindet zurück. Hier werden die Qualen der Sünderinnen und Sünder, nach Geschlechtern getrennt, zur moralischen Ermahnung der Lebenden vorgeführt. Weiterhin, ist die Himmelfahrt im Beisein der Apostel und der thronenden Gottesmutter mit Christuskind, Heilige und Propheten sowie Szenen aus dem Festbildzyklus zu erkennen. Die Kirche wird mit ihren Verzierungen in das 11. Jh. datiert. Schon im Bereich des Dorfes Belısırma befindet sich die aus Werkstein errichtete und teilweise durch einen herabstürzenden Felsbrocken zerstörte Karagedik Kilise. Sie ist eine bedeutende Ruine aus mittelbyzantinischer Zeit (1. Hälfte des 11. Jh.). Es ist eine Kreuzkuppelkirche mit vier Stützen und außen polygonaler Mittelapsis, die durch Blendnischen gegliedert wird. Erhalten haben sich trotz der starken Zerstörung unter anderem Szenen aus der Georgslegende mit seinem Martyrium und eine seltene Szene, in der die lasterhafte Salome mit dem abgeschlagenen Haupt Johannes‘ des



Teufers auf einem Tablett erscheint. Nachdem er sich ihrem aggressiven Werben entzogen hat, kann sie nun – nach des Teufers Hinrichtung – mit dem Kopf des Toten ihren nekrophilen Neigungen frönen. Für diese Freveltat wird sie kurz darauf selbst getötet werden. Um die Kirche zu erreichen, muß man eine zum Teil bewachsene Geröllhalde

bezwingen.

**Abb. 35:** Basaltsäulen als Spaltenfüllung in Tuffgestein

Die Gesteinshalde besteht zum größten Teil nur aus basischen sehr hartem Gestein. Ein kurzer Blick auf die Felswände zeigt einen deutlichen Gesteinswechsel (Abb. 35).

Auf einer Breite von ca. 150 m ist ein Basenitgang zu erkennen. Er durchschlägt das Tal nahezu im 90° Winkel in Richtung W-E. Zu seiner Entstehung wäre zu sagen, daß es sich um eine Spaltenfüllung handelt. Die Spalte wiederum ist durch tektonische Bewegungen während oder vor dem Magmenausfluß aufgerissen. Bewegt man sich weiter in Richtung Belesirma sind weitere vier Kirchen zu besichtigen. Die erste, dem heiligen Georg geweihte „Kırk Dam altı Kilise“ (unter vielen Dächern) erbaut in der Wende 13. zum 14. Jh.. Zu ihrem Namen kam sie durch die multikulturellen Malereien in ihrem Inneren. Zum Beispiel sieht man einen byzantinischen Konsul, der zugleich Emir ist, eine georgische Prinzessin und die Tatsache, daß sogar Seldschuken den heiligen Georg verehrten, machen deutlich, daß noch über 200 Jahre nach der Schlacht von Mantzikert ein friedliches Zusammenleben von Christen und Moslems in Kappadokien möglich war. Die Bahatin Samanlıđı Kilise (in der Scheune des Bahatin), ist eine Einraumkirche des 11. Jh. mit malerischer Ausstattung. Im Gewölbe ist die Kindheitsgeschichte Jesu bis zur Taufe dargestellt. Ohne die Zeit des Öffentlichen Wirkens Jesu zu illustrieren, erscheinen in den Wandnischen die Szenen von Leidensgeschichte und Auferstehung, so der Einzug in Jerusalem, der Verrat des Judas oder die Anastasis. Die Westwand zeigt die Kreuzigung und in der Apsiskonche thront Christus. Eine weitere Kirche dieses Ortes ist die Direkli Kilise (Pfeilerkirche). Sie gehört zu einer Klosteranlage, die tief in den Felsen hineingearbeitet wurde. Vier mächtige und hohe Pfeiler tragen das Gewölbe bzw. die Mittelkuppel dieser Kirche. Die Inschriften in ihr, berichten über die Kirchenstiftung zur



Zeit der Doppelherrschaft der byzantinischen Kaiser Basileos II. und Konstantins VIII. und können somit in die Jahre 976-1025 datiert werden. Als letzte soll hier die Ala Kilise (bunte Kirche) erwähnt sein, sie ist eine Kreuzkuppelkirche und befindet sich an der Ostseite der Schlucht. Auf dem Wege in Richtung Selime Kalesi begegnen dem Besucher keine weiteren Kirchen, schaut man aber öfter einmal in die steilen Felswände, sind die von Menschenhand geschaffenen Höhlenbauten nicht zu übersehen. Nach dem Verlassen des Dorfes Belısırma eröffnet sich schon nach wenigen Minuten Fußmarsch ein ca. 1 km langes und 500 m breites Tal (Abb. 36). Es wird als Weidefläche genutzt und ist durch den stark mäandrierenden Melendiz Suyu zum Teil morastig. Das Tal verengt sich nun wieder, und man bewegt sich westseitig weit oberhalb des Flusses. An den freien Felswänden läßt sich jetzt sehr gut ein Gesteinswechsel erkennen.

**Abb. 36:** Verbreiterung des Taleinschnittes, Fläche wird landwirtschaftlich genutzt

Der Melendiz Suyu grub sich durch die letzten tertiären Tuffablagerung hindurch und fließt in Schichten, die im Gegensatz zu den Tuffen ein flaches Einfallen zeigen. Weiterhin sind bis zu 1 m mächtige Sinterbildungen, die in sich geschichtet sind, zu erkennen. Es handelt sich mit großer Wahrscheinlichkeit um alte Zu- oder Abflüsse der mineralhaltigen Wässer, welche heute noch die Thermalquellen von Ziga bilden. Direkt am Zufluß dieser Quellen in den Melendiz Suyu sind wiederum schräggestellte Schichtpakete zu sehen, daß aus ihnen zufließenden Wasser scheint sehr eisenhaltig, aufgrund der starken Braunfärbung der Gesteine in diesem Bereich. Bewegt man sich nach Norden weiter sind die nächsten Siedlungsspuren nicht zu übersehen. Das Dorf Yaprakhisar ist am Fuße einer steilen Felswand gelegen, in der vier Kirchen, Wohnungen, Speicher und Lagerräume angelegt wurden. Am Tagesziel, dem Dorf Selime angekommen, vorbeigehend an im Gebrauch befindlichen typischen Häusern aus Steinquadern sowie Höhlenwohnungen, sollte eine zünftige Fischmahlzeit am Fluß, den Exkursionstag ausklingen lassen.

### 13 Tuz Gölü

(Anja Wolf)

Montag, 13.09.1998

Der Tuz Gölü (türkisch „Salzsee“) befindet sich in Inneranatolien ca. 70 Kilometer südöstlich von Ankara (Abb. 37).

Inneranatolien stellt mindestens seit dem Neogen eine intramontane Beckenlandschaft dar, die keinerlei Abfluß zum Meer besitzt. Zu ihren drei größten Becken zählen das Van-See-Becken, das Tuz-Gölü-Becken sowie das Konya-Eregli-Becken.



**Abb. 37:** Salzlage auf dem Tuz Gölü

Der Tuz Gölü ist an der tiefsten Stelle der Inland-senke gelegen. Er mißt in seiner Länge etwa 80 Kilometer, ist maximal 50 Kilometer breit und nimmt somit eine Fläche von ungefähr 1100 km<sup>2</sup> ein. Er ist nach dem Van-See der zweitgrößte See der Türkei. Selbst im Frühjahr nach der Schneeschmelze beträgt seine Durchschnittstiefe nur 30 Zentimeter. Sein Seespiegel liegt bei 905 m über NN.

Der Tuz Gölü ist einer der salzhaltigsten Seen der Welt. Mit 31-36 % Gesamtsalzgehalt übertrifft er sogar den Großen Salzsee in Amerika (25-27 % Salzgehalt) und das Tote Meer. Innerhalb des Sees befindliche Quellen sowie Quellen randlich des Sees speisen den Tuz Gölü und führen ihm aus tiefergelegenen Schichten mitgebrachte Mineralien zu. Eine starke Verdunstung des Wassers führte in den letzten Jahrtausenden zu einer enormen Mineralanreicherung. Zum Teil ist die Konzentration der Salze im Wasser so hoch, daß sie selbst unterhalb der Wasseroberfläche auskristallisieren.

Das Wasser des Tuz Gölü ist an NaCl gesättigt und mit Sulfat-, Magnesium- und Kaliumionen angereichert. Bei der Eindunstung des Wassers in den Monaten Mai – September steigt die Ionenkonzentration um das 10-fache, so daß neben Halit (NaCl) auch Gips (Ca-Sulfat) ausgeschieden wird. So entsteht auf dem Bodensediment bzw. auf der im Winter nicht aufgelösten Salzkruste jährlich eine neue, durchschnittlich 8 Zentimeter dicke Salzkruste. Polygonale Salzausblühungen auf der Oberfläche der Kruste sind charakteristisch. Schon Sultan Murad IV. ließ 1639 an der engsten Stelle des Tuz Gölü bei Kaldirim einen Damm zur Salzgewinnung bauen. Heute produzieren zwei Salinen jährlich 150 Tausend Tonnen Salz.

Im Süden und Westen wird der See von ausgedehnten, teilweise sumpfigen Ebenen begrenzt. Kraterförmige Dolinen mit Durchmessern von 150-200 m stellen südlich des Tuz Gölü eine unterirdische Verbindung zum Karstsystem des Konya-Eregli-Becken her.

Parallel zum Ostufer des Tuz Gölü erstreckt sich eine über hundert Kilometer verfolgbare geologische Verwerfung: die Kohisar-Berge stellen eine Bruchstufe dar, die den Seespiegel um ca. 400 Meter überragt. Die Berge werden hauptsächlich von kontinentalen Karbonaten des Neogens, geringmächtigen Ablagerungen der Kreide sowie eozänem Flysch gebildet. Schichten von abbauwürdiger Braunkohle und Gips sind eingeschaltet.

Westlich des Tuz Gölü sind mehrere kleinere Salzseen gelegen, z.B. der Tersakan Gölü, Kulu Gölü, Köpek Gölü und Bolluk Gölü.

## 14 Ophiolith-Komplex bei Ankara

Dienstag, 14.09.1998

Abb. (38, 39)



**Abb. 38:** Ophiolith-Komplex



**Abb. 39:** Nahaufnahme: Internschichtung der Ophiolithe