

# Das jüngste Großbeben in Anatolien

Von **Kurt Leuchs** (Wien)

Mit 1 Textabbildung

Anatolien gehört zu den Gebieten der Erde, die noch in sehr junger Zeit starke tektonische Bewegungen erfahren haben. Wiederholter Wechsel von Land und Meer in weiten Gebieten während des Jungtertiärs, Faltungen und Bruchbildungen noch nach dem Pliozän in vielen, selbst in den inneren Teilen der Halbinsel, starke, im einzelnen ungleiche Hebungen des Landes mit jungen Küstenterrassen bis zu einigen hundert Metern Seehöhe und viele andere Nachweise kräftiger junger Bewegungen sind in großer Zahl vorhanden.

Diese im gesamten anatolischen Raume lebhaft junge Tektonik ist auch bezeichnend für die geschichtliche Zeit bis zur Gegenwart. Die tektonischen Vorgänge äußern sich dabei hauptsächlich durch Erdbeben, die dort häufig und oft in großer Stärke auftreten. Viele der alten Städte im Westen und Osten sind im Laufe der Zeiten durch Erdbeben, zum Teil wiederholt, zerstört worden. Aus den letzten 2000 Jahren ist eine lange Reihe solcher starker Beben bekannt und auch in der Gegenwart treten sie häufig auf.

Das letzte, nach Stärke und Ausdehnung des Schüttergebietes besonders verheerende Erdbeben ereignete sich am 27. Dezember 1939 in Nordostanatolien<sup>1)</sup>. Es begann gegen 2 Uhr nachts osteuropäischer Zeit und wurde deshalb sowie wegen der herrschenden starken Kälte und der hohen Schneedecke, vor allem aber, weil das Epizentrum in dem Gebiete der Städte Erzincan und Erzerum lag, zu einer verheerenden Katastrophe. Die ersten Mitteilungen darüber berichteten nicht nur von der Zerstörung vieler Gebäude, sondern auch von einer sehr großen Zahl getöteter und verletzter Menschen. Seitdem hat sich zwar ergeben, daß die Verluste an Menschenleben wesentlich geringer sind, aber trotzdem beziffert die letzte amtliche Mitteilung die Zahl der getöteten Menschen in 12 Orten noch auf 32 741 und die der Verletzten auf mehr als 9400, während an zerstörten Gebäuden 29 000 angegeben wurden.

Von diesem starken Beben wurde der gesamte Nordosten Anatoliens in einer O—W-Erstreckung von etwa 650 km und in einer

<sup>1)</sup> Herr Direktor Dr. PFANNENSTIEL in Ankara machte mir eine Reihe wertvoller Angaben darüber, wofür ich ihm auch an dieser Stelle herzlich danke.

N—S-Erstreckung von etwa 200 km betroffen, also rund  $\frac{1}{6}$  Anatoliens. Samsun am Schwarzen Meer, Amasya und Sivas liegen im westlichsten Teil des Schüttergebietes und haben nur geringe Zerstörungen erfahren. Stark sind sie dagegen in den weiter östlich liegenden Orten Tokat und Zara, dann besonders in den Bezirken von Kemah, Karahisar und Niksar, also in einem von Erzincan nach WNW ziehenden Gebietsstreifen. Bedeutende Zerstörungen sind aber

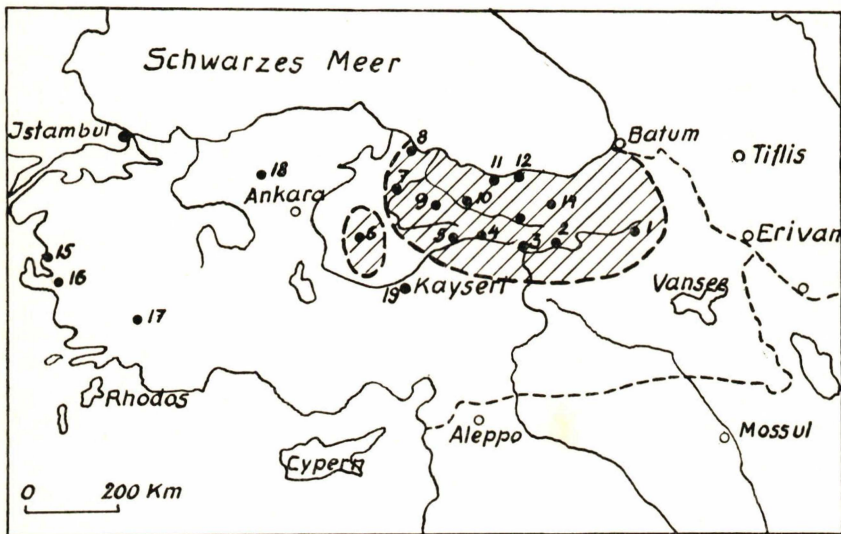


Abb. 1. Das Bebengebiet vom 27. Dezember 1939, mit Gebiet des Auslösungsbebens von Yozgat (6).

— — annähernde Grenze der Gebiete zerstörender Erschütterungen.

Die größeren, mehr oder weniger stark zerstörten Orte sind mit Ziffern bezeichnet (1—14):

- |              |              |          |            |
|--------------|--------------|----------|------------|
| 1 Erzerum    | 2 Erzincan   | 3 Kemah  | 4 Zara     |
| 5 Sivas      | 6 Yozgat     | 7 Amasya | 8 Samsun   |
| 9 Tokat      | 10 Niksar    | 11 Ordu  | 12 Giresun |
| 13 Karahisar | 14 Gümüşhane |          |            |

Nr. 15—18 bezeichnen einige Orte mit späteren Beben:

- |           |          |            |         |            |
|-----------|----------|------------|---------|------------|
| 15 Dikili | 16 Izmir | 17 Denizli | 18 Bolu | 19 Kayseri |
|-----------|----------|------------|---------|------------|

auch in dem Gebiete nördlich von Erzincan, in Gümüşhane und in Giresun und Ordu am Schwarzen Meer erfolgt.

Soweit das aus den mir vorliegenden Nachrichten hervorgeht, traten nach dem ersten Hauptstoß noch viele Nachstöße ein, zum Teil in dem gleichen Gebiete, zum Teil aber auch in entfernteren, vorher nur schwach erschütterten Bezirken. Am 2. Januar 1940 erfolgte im Vilayet Yozgat, 200 km westlich von Sivas, ein starkes Beben, das deutlich als Auslösungsbeben zu erkennen ist. Es betraf einen Teil des erst am 19. April 1938 bei dem ebenfalls starken Beben von Kirsehir, 120 km südöstlich der Hauptstadt Ankara, erschütterten Gebietes. Dort erfolgten damals nach dem ersten Hauptstoß, durch den eine große Zahl von Dörfern zerstört wurde, noch  $2\frac{1}{2}$  Monate

lang hunderte von Erschütterungen. Es ist besonders bemerkenswert, daß der erste Hauptstoß makroseismisch stark hauptsächlich in einer Nordsüdzone wahrgenommen wurde, die von Sinop am Schwarzen Meer bis Ulukişla am Nordrande des Taurusgebirges reicht. Das deutet darauf hin, daß in dieser Zone, deren Richtung vom Verlauf der älteren und jüngeren Faltenzonen unabhängig ist, tektonische Verschiebungen vor sich gehen, die wegen ihrer Übereinstimmung mit entsprechenden Bewegungen im arabisch-ostafrikanischen Teile von Gondwana und mit Bruch- und Grabenzonen gleicher Richtungen im alpidischen Taurusgebirge als eine nördliche Fortsetzung dieser gondwanischen Bruchzonen aufgefaßt werden müssen.

Allgemein ist, vor allem in den mittleren Landesteilen von Anatolien, zunehmende Unabhängigkeit der jüngeren Bruchzonen von den älteren Faltenzonen zu erkennen, wobei die Bruchzonen schief oder quer zu den Faltenzonen verlaufen.

Das zeigte sich auch bei dem Beben von Ilgin 1921. Schief zum NW streichenden Sultandağ und dem in gleicher Richtung verlaufenden Längsbruch an seinem Nordfuß ist dort schon im Jungtertiär eine N—S streichende Grabenzone entstanden. In ihr lag das Hauptschüttergebiet des Bebens von 1921, und die stärksten Bewegungen sind damals längs einer 60 km langen, von SSW nach NNO streichenden Linie vom Gebirgsfuße bis an den Rand der zentralen Steppentafel aufgetreten.

Im West- und Ostteil Anatoliens dagegen haben die Bebenlinien im allgemeinen W—O-Richtungen und zeigen dadurch, daß sie noch in enger Beziehung zu der Hauptrichtung der Faltenzonen stehen. Häufigkeit und Stärke der Beben sind dort größer als in den mittleren Gebieten, in denen die große inneranatolische Masse eine verhältnismäßig starke Stabilität erzeugt hat, weshalb auch jüngere Faltung in ihrem Bereich nur in viel geringerem Ausmaß vorhanden ist.

Im Osten des Landes ist vor allem das auch jetzt wieder heimgesuchte Gebiet von Erzincan sehr bebenreich. Nicht weniger als 18 starke Beben sind dort seit der Mitte des 14. Jahrhunderts zu verzeichnen.

Wir besitzen eingehende Darstellungen dieses Teiles von Anatolien von H. ABICH, der seit 1844 im Auftrag der russischen Regierung dort geologische Untersuchungen ausführte, die ersten geologischen Karten aufnahm und auch die Erdbeben, ihre Auswirkungen und ihre Verbreitung ausführlich beschrieb. Das starke Beben von Erivan-Nachitschewan 1840, im Gebiete des Ararat und östlich davon, war die Ursache für die Entsendung ABICHS dorthin, und während er ursprünglich nur die großen Verheerungen durch dieses Beben, wo bei Arguri ein gewaltiger Bergsturz entstanden war, untersuchen sollte, widmete er noch viele Jahre der Erforschung dieses Landes.

So erlebte er selbst dort das starke Beben von Erzerum am 21. Mai 1859 und das 9 Tage später einsetzende Beben von Schemacha am Südfuße des Kaukasus.

ABICH brachte diese drei großen Beben in Zusammenhang und nahm eine östliche Fortsetzung seiner südeuropäischen Bebenlinie an, die mit W—O-Richtung bis zum Kaspisee reicht.

Wenn nun auch tatsächlich diese drei Schüttergebiete in annähernd W—O-Richtung zueinander liegen, so stellte doch ABICH andererseits fest, daß die beobachteten Hauptstoßrichtungen nur im Araratbezirk W—O-Richtung, dagegen im Schemachagebiet NW—SO-Richtung und im Gebiete von Erzerum NNO—SSW-Richtung hatten.

Daraus ergibt sich aber, daß die drei Bebenherde nur ganz allgemein in Beziehung zueinander stehen und nur als Schüttergebiete verschiedener relativ junger Bauteile aufzufassen sind. Gegenseitige Einflußnahme allerdings ist sehr wahrscheinlich, und das 9 Tage nach dem Erzerumben einsetzende Schemachabeben ist als ein durch jenes hervorgerufenen A u s l ö s u n g s b e b e n anzusehen.

Entsprechend der Hauptstoßrichtung in Erzerum nahm die Stärke der Erschütterungen nach O und W rasch ab. In Erzincan wurden damals nur schwache Bewegungen verspürt, während bei den meisten der früheren Beben auch dieser Ort stark erschüttert wurde.

Bei dem jüngsten Beben wurde anscheinend Erzincan am stärksten heimgesucht, und es kann angenommen werden, daß dort das Epizentralgebiet war. Die Stadt wurde vollständig zerstört, selbst neue Betonbauten stürzten ein. Es ist daher begreiflich, daß die Regierung den Entschluß faßte, die Stadt an einer weniger gefährdeten Stelle neu aufzubauen.

Über Stärke und Ausmaß der zerstörenden Wirkungen in Erzerum stehen mir noch keine Angaben zur Verfügung.

Das gesamte Schüttergebiet des neuen Erdbebens umfaßt somit einen in O—W-Richtung langgestreckten Bereich. Ausgangspunkt ist das im Grenzgebiet zwischen den nördlichen Ketten des taurischen Gebirgssystems, das in Ostanatolien weit nach N vordringt, und der Kelkit-Çoruh-Zone als südlicher Randkette der pontischen Gebirge liegende Bruchbecken von Erzincan. Dort streichen die Randketten beider Gebirgssysteme annähernd parallel, weiter im Osten dagegen treten sie wieder auseinander, und dort beginnt eine Reihe langgestreckter Senkungsfelder, die entsprechend der Beugung der Südketten im mittleren Arastale (= dem alten Araxes) nach SO weiterziehen. Am Südrande dieser Arassenken erhebt sich der 5166 m hohe Vulkanberg Ararat, wie überhaupt das ganze Gebiet von Erzerum bis zum Aras und noch weiter nach O von vielen Vulkanen und gewaltigen Tuffmassen aufgebaut ist, die das ältere Gebirge größtenteils verdecken.

Daraus geht die starke Zerstückelung und Bruchbildung hervor, die dieses ganze Gebiet schon bei den letzten größeren tektonischen Bewegungen in verschiedenen Abschnitten der Tertiärzeit erfuhr. Die Bruchspalten öffneten dem vulkanischen Magma die Wege zur Oberfläche und vielfach ist reihenförmige Lage der Vulkane entlang einzelner Bruchzonen zu erkennen, so daß die Abhängigkeit von der vorausgegangenen tektonischen Gestaltung deutlich sichtbar ist.

Diese ist aber mit dem Ende der Tertiärzeit nicht abgeschlossen. Das zeigt sich in Anatolien in besonders klarer Weise, denn dort sind an vielen Stellen nicht nur die oberpliozänen, sondern öfters auch noch altquartäre Schichten in tektonisch gestörter Lagerung zu sehen. Und die seit alter Zeit immer wieder in großer Häufigkeit auftretenden Erdbeben beweisen die Fortdauer tektonischer Bewegungen bis in die Gegenwart.

Von keinem dieser Beben ist ein Zusammenhang mit vulkanischen Vorgängen bekannt. Der einzige aus neuerer Zeit beglaubigte vulkanische Ausbruch des Nimruddağ am Vansee 1441 scheint sogar in einer relativ bebenarmen Zeit vor sich gegangen zu sein, und auch die Beben in den Vulkangebieten selbst, wie das im Araratgebiete 1840, waren nicht durch vulkanische Tätigkeit hervorgerufen oder von ihr begleitet.

Es sind demnach insgesamt tektonische Beben und damit Anzeichen für die noch heute vor sich gehende Umgestaltung des anatolischen Baues.

Schon bei den verschiedenen tektonischen Bewegungsvorgängen in der Tertiärzeit sind neben den Faltungen der Gesteinsreihen häufige und oft sehr bedeutende, auch morphologisch deutlich hervortretende Brüche und Bruchzonen entstanden. Vielfach, vor allem bei der Bildung der vielen Binnensenken oder Ovas, war schon die Bruchbildung und die längs dieser Brüche stattfindende ungleiche Hebung der Schollen der Hauptvorgang, die Faltung aber nur eine im Gefolge dieser Vertikalverschiebungen eintretende und durch sie erst ermöglichte Folgeerscheinung.

Es kann angenommen werden, daß im weiteren Verlaufe des tektonischen Geschehens bis zur Gegenwart Bruchbildung in noch viel stärkerem Ausmaß als früher vorherrschend wurde. Dafür sprechen auch die bei vielen Erdbeben entstandenen Spalten. Vom jüngsten Beben liegen Nachrichten über Spaltenbildungen vor, aber noch ohne nähere Angaben über Ausmaß und Richtung. Dazu kommt Versiegen von Thermalquellen und Entstehung neuer Quellen. Bei dem Beben von Kirşehir 1938 waren viele Risse und Spalten zu sehen, die sich in einem Falle, wenn auch nicht als eine einzige durchgehende Spalte, so doch als vereinzelte oder in Gruppen auftretende Spalten längs einer 15 km langen geradlinigen Strecke mit WNW-Richtung verfolgen ließen, während andere, gleichzeitig gebildete Spalten in

N-Richtung verliefen. Mindestens teilweise (N-Richtung) besteht dabei Unabhängigkeit vom Streichen der Falten. Für das Beben von Ilgin 1921 gilt das gleiche und auch bei dem Beben von Erzerum 1859 ging die Hauptstoßrichtung quer zum Faltenverlauf.

Andererseits ergibt sich aber aus den Schüttergebieten bei dem Beben von Erzerum und Schemacha 1859 und von Erivan-Nachitschevan 1840 im ganzen eine vorwiegende Ausdehnung in O—W-Richtung und damit in der Streichrichtung der Faltenketten.

Die Ursache dafür ist in erster Linie darin zu sehen, daß im Nordostteil Anatoliens verhältnismäßig junge Faltung, begleitet und gefolgt von starker Längsbruchbildung, vorherrscht. Große, ostwestlich langgestreckte Grabenzonen sind dort entstanden, besonders im Grenzgebiete zwischen taurischer und pontischer Faltenzone, in dem die Städte Nachitschevan, Erivan, Erzerum und Erzincan liegen. Diese Grabenzonen sind noch in fortdauernder Umgestaltung, entsprechend ihrer späten Bildung, in ihnen erfolgen deshalb an einzelnen Linien häufig Spannungsauslösungen, die sich als Erdbeben äußern und in den tektonisch gleichartigen Grabenzonen rasch und sehr weit fortpflanzen. Dabei werden dann auch benachbarte, durch aufragende Faltenschollen getrennte Gräben und Verwerfungen in den Bewegungsvorgang einbezogen, es entstehen Auslösungsbeben im unmittelbaren Anschluß an das Hauptbeben, zeitlich mit diesem fast zusammenfallend, in den durch ihre tektonische Formung dazu besonders geeigneten Gebieten.

Das dürfte wohl am besten die starken Erschütterungen längs des von Erzincan bis Niksar nach WNW sich erstreckenden Gebietes im Längstalzuge des Kelkitflusses erklären, wo der Kelkit durch die tektonische Störungszone zwischen südlicher und nördlicher pontischer Kette fließt.

Auch für das gleichfalls stark betroffene Tokat läßt sich wegen seiner Lage am Rande eines südlich davon gegen Amasya sich erstreckenden Senkungsgebietes eine gleichartige Annahme machen.

Dagegen deuten die in den Gebieten zwischen Erzincan und dem Schwarzen Meer (Gümüşhane, Giresun, Ordu) festgestellten starken Erschütterungen auf das Vorhandensein von Querbrüchen, wodurch die Ausbreitung der Bewegungen durch das gesamte pontische Gebirge in ungefähr NW-Richtung ermöglicht wurde.

Eine weitere, für viele der größeren anatolischen Beben bezeichnende Eigenschaft ist die Häufigkeit und das lange Anhalten der Nachstöße. Bei dem Beben von Erzerum 1859 erfolgten noch 40 Tage lang schwächere Erschütterungen, an das Kirşehirbeben 1938 schloß sich eine  $2\frac{1}{2}$  Monate dauernde Periode, in der hunderte von im ganzen schwachen Beben stattfanden. Sie blieben nicht auf das ursprüngliche Schüttergebiet beschränkt, wenn sie dort auch in weit-

aus größter Zahl auftraten, sondern auch andere anatolische Erdbebengebiete gerieten in Bewegung.

Die gleichen Aus- und Nachwirkungen sind auch bei dem neuen Beben vorhanden. Nach 6 Tagen erfolgte das Beben von Yozgat in Inneranatolien, ein typisches Auslösungsbeben, am 4. Januar wurden Dikili (bei Bergama = Pergamon) und Izmir an der Westküste erschüttert, sowie Denizli 150 km landeinwärts, dann das Gebiet von Bolu 130 km nordwestlich von Ankara, und seitdem treten fast täglich in verschiedenen Teilen Anatoliens Beben, meist von geringer Stärke, auf. Das zeigt, daß durch ein starkes Beben jeweils der gesamte anatolische Bau in Bewegung gerät und durch Fortpflanzung der Bebenwellen eine große Zahl von Spannungen zur Auslösung kommt.

Das ist aber wieder ein Beweis für die noch jetzt in starkem Maße vor sich gehende tektonische Weiterentwicklung und Umgestaltung Anatoliens. Dabei zeigt sich in vielen Fällen deutlich zunehmende Unabhängigkeit vom Faltenverlauf. Auch das jüngste Großbeben läßt das gut erkennen. Denn von dem WNW streichenden Bruchbecken von Erzincan aus erstreckt sich eine Zone starker Erschütterungen nach NW durch die pontischen Ketten zum Schwarzen Meer, und eine zweite Zone geht schief durch den das Becken im N abschließenden Sipikördağ und setzt sich jenseits mit gleicher WNW-Richtung fort in der tektonischen Senke des Kelkitflusses. Die Stoßlinie geht demnach nicht nur durch große Teile der pontischen Ketten, sondern auch durch die nördlichste taurische Kette, die vom Erzincanbecken schief zur Streichrichtung durchbrochen ist.

Im ganzen ist hierin die weitere Umbildung aus vorwiegendem Faltenland in Faltenschollenland zu sehen, eine tektonische Entwicklung, die ja auch in vielen anderen Faltengebirgen nachgewiesen ist. Die große Zahl von Erdbeben in Anatolien — 1936 wurden nicht weniger als 80 stärkere festgestellt — zeigt aber, ebenso wie die lange Zeit anhaltende Beben-tätigkeit nach dem Kirşehirbeben von 1938 und die durch das neue Erzincanbeben ausgelösten Erschütterungen in den verschiedensten Teilgebieten, daß dieser Umbildungsvorgang in der gesamten Halbinsel und auch in ihrer Umgebung in besonders starkem Ausmaß vor sich geht.

---