

DAS BINGÖL (TÜRKEI) ERDBEBEN VOM 1. MAI 2003

Feldeinsatz der Deutschen TaskForce für Erdbeben

L. Abrahamczyk¹, D.H. Lang¹, H. Maiwald¹, C. Milkereit², H. Woith²

¹ Bauhaus-Universität Weimar, Erdbebenzentrum ² GeoForschungsZentrum Potsdam

In der Nacht zum 01. Mai 2003 (Ortszeit 3:27 h) erschütterte ein Erdbeben der Magnitude M_w 6.6 (nach EMSC) die Provinz Bingöl im Osten der Türkei. Nach Behördenangaben forderte das Beben 174 Tote sowie mehrere hundert Verletzte.

Nach Bekanntwerden des Bebenausmaßes wurden durch das Deutsche TaskForce Komitee zwei Wissenschaftler (C. Milkereit und H. Woith) vom GeoForschungsZentrum Potsdam in das betroffene Gebiet entsendet, welche in Zusammenarbeit mit dem türkischen Generaldirektorat für Naturkatastrophen (AFET, Ankara) seismologische sowie hydrogeologische Untersuchungen durchführten.

Bedingt durch die schwere Erreichbarkeit der Provinz Bingöl im ostanatolischen Teil der Türkei und der damit verbundenen logistischen Probleme, konnte die Registrierung der Nachbeben erst eine Woche nach dem Hauptbeben am 8. Mai beginnen.

Nachdem seriöse Informationen über das Ausmaß und die Art aufgetretener Schäden, besonders an ingenieurmäßig ausgebildeten Gebäuden zugänglich waren, wurde ein Einsatz der Ingenieurgruppe beschlossen. Innerhalb eines 5-tägigen Kurzeinsatzes führten 3 Ingenieure des Erdbebenzentrums der Bauhaus-Universität Weimar (L. Abrahamczyk, D.H. Lang, H. Maiwald) ingenieurmäßige Untersuchungen insbesondere an den schwer geschädigten Stahlbetonkonstruktionen durch.

[Es sei in diesem Zusammenhang darauf hinzuweisen, daß die zufolge Medienberichten extrem angespannte Lage innerhalb der Bevölkerung, die wenige Tage nach dem Beben zu einzelnen Unruhen führte, die Entscheidung über einen Soforteinsatz der Ingenieurgruppe verzögerte.]

Parameter des Hauptbebens

Die durch das Erdbeben vom 01. Mai 2003 betroffene Region Bingöl (übersetzt „Tausend Seen“) wird durch die topografische Karte in Abbildung 1 dargestellt. Wie die unterschiedlichen Lokalisationen des Bebens verdeutlichen, befand sich das Epizentrum ca. 10 bis 15 km nördlich der Stadt Bingöl. Die durch unterschiedliche Institutionen (EMSC, KOERI, USGS) angegebenen Magnituden und Herdkoordinaten variieren nur geringfügig.

Das letzte schwere Beben in der Region ereignete sich am 22. Mai 1971 (Magnitude M_L 6.8), dem in etwa 900 Menschenleben zum Opfer fielen. Obwohl in der Zwischenzeit schadenverursachende Beben ausblieben, befindet sich die Provinz Bingöl nach aktueller Türkischer Norm (TMPS, 1998) in der Zone höchster Seismizität (Zone 1), der eine effektive Grundbeschleunigung von 0.40g zugewiesen wird.

Vom Hauptbeben selbst liegen Nahfeldaufzeichnungen einer Station des nationalen Starkbebenmessnetzes der Türkei vor. Diese im nördlichen Stadtteil Bingöls gelegene Station weist Bodenspitzenbeschleunigungen bis 0.54g in einer Epizentraldistanz von etwa 14 km auf

(Station BNG, siehe Abbildung 1). Die Beschleunigungs-Zeitverläufe des Bebens sowie die dazugehörigen Antwortspektren werden in Abbildung 2 dargestellt. Anhand des beobachteten Ausmaßes struktureller Schäden sind die gemessenen Grundbeschleunigungen als hoch einzuschätzen. Inwieweit diese durch die topografische Lage bzw. die geologischen Untergrundbedingungen der Station als auch durch die Aufstellbedingungen des Messaufnehmers beeinflusst worden sind, ist zu überprüfen.

Nachbebenregistrierung

Die Herdflächenlösung des Hauptbebens lässt die Vermutung zu, daß entweder die (linkslaterale) Ostanatolische Verwerfung aktiviert wurde oder eine dazu senkrecht verlaufende (rechtslaterale, NW-SE) Störung (GÜLKAN ET AL., 2003). Mit Hilfe von Nachbebenuntersuchungen kann festgestellt werden, welche Störzone durch das Bingöl Erdbeben betroffen wurde.

Die Registrierung der Nachbebenaktivität erfolgte durch ein temporäres Netz der Deutschen TaskForce vom 8. bis 21. Mai 2003. Die Verteilung der Stationen ist der Abbildung 1 zu entnehmen. Bis auf die mit einem Strong-motion Beschleunigungsgerät ausgestatteten Station SUD (Sudügünü), wurden an den weiteren 9 Standorten seismologische Stationen (RefTek, Mark L4-3D/1Hz Geophone) installiert. Acht der Stationen wurden im Erdgeschoß von Häusern, zwei Stationen unter freiem Himmel aufgebaut.

In der Tat konnte aufgrund der bisher erfolgten Bestimmung der Nachbeben nachgewiesen werden, daß nicht die Ostanatolische Verwerfung aktiviert wurde, sondern eine Störzone mit NW-SE Orientierung (Abbildung 3). Dies ist besonders im Zusammenhang mit den Untersuchungen nach dem Erzincan Erdbeben im Jahr 1992 von Bedeutung. Ergebnisse der TaskForce nach dem Erzincan Erdbeben (GROSSER ET AL., 1998) zeigen, daß sich sowohl die Nachbebenverteilung nach dem Erzincan Erdbeben in Richtung des Bingöl Erdbebens bewegte, als auch eine Spannungsumlagerung in diese Richtung erfolgt sein musste. Somit ist die Möglichkeit gegeben, daß hier ein Beispiel für das Problem „*Beben triggern Beben*“ vorliegt. So wurde am 27. Januar 2003 bei einem Beben der Magnitude 6.1 wahrscheinlich die NW-SE verlaufende Störzone aktiv. Spannungsumlagerungen nach Erdbeben stellen einen aktuellen Forschungsgegenstand in der Geophysik dar, der eine Kenntnis über die tektonischen Spannungen und eine genaue Lage der Störzonen zueinander voraussetzt.

Hydrogeologische Untersuchungen

In einem Umkreis von ca. 150 km um das Epizentrum des Bingöl-Bebens wurden 17 Thermal- und Mineralwässer untersucht (Abbildung 4). Die Beprobung der Wässer fand zwischen dem 8. und 12. Mai 2003 statt. Die Wasserproben werden derzeit in den Laboren der FU Berlin auf ihre Hauptelemente untersucht. Von vielen Lokationen liegen Messwerte aus früheren Jahren vor, die von Prof. Salih Bayraktar von der Erzurum-Universität zusammengestellt werden. Der Vergleich beider Datensätze erlaubt es, Aussagen über

mögliche erdbebeninduzierte Veränderungen in hydrogeologischen Systemen zu machen. Insbesondere soll die räumliche Ausdehnung der durch das Beben hervorgerufenen Porendruckstörungen untersucht werden. Durch künftige Wiederholungsmessungen können auch Aussagen zum zeitlichen Verlauf solcher Druckstörungen gemacht werden. Druckerhöhungen im Untergrund können zu erhöhten Wassertemperaturen an natürlichen Thermalwasserquellen führen, wie sie nach dem Bingöl Erdbeben an den Thermen von Kös (*Kös kaplica* in Hamamlar, ca. 20 km nordöstlich der Stadt Bingöl, Bezeichnung TR302 in Abbildung 4) beobachtet worden sind. Am 7. Mai 2003 um 10 Uhr morgens wurde eine Wassertemperatur von 48° C von Dr. Veli Gül, einem Militärarzt, am Quellaustritt gemessen. Am Mittag desselben Tages betrug die Temperatur 47°C, in den darauffolgenden Tagen sank die Temperatur auf 46-45°C. Am 9. und 12. Mai 2003 wurde von H. Woith eine Temperatur von 44°C festgestellt. Herr Gül brachte die erhöhten Temperaturen in Zusammenhang mit einem starken Nachbeben am 7. Mai 2003.

Ausmaß der Bauwerksschäden

Strukturelle Erdbebenschäden traten sowohl in der Stadt Bingöl als auch in den umliegenden Ortschaften auf. Betroffen waren vor allem eingeschossige Mischbauweisen aus Lehm und Natursteinen sowie mehrgeschossige Stahlbetonkonstruktionen mit Mauerwerksausfachungen. Während sich die Schäden an nicht ingenieurmäßig ausgebildeten Bauwerken hauptsächlich auf die umliegenden Ortschaften Bingöls beschränkten, konnten Schäden an Stahlbetongeschoßbauwerken im Stadtgebiet Bingöls sowie in den Ortschaften Kaleönü, Ekinyolu, Dikköy, Sariçiçek und Çeltiksuyu beobachtet werden (siehe Abbildung 1).

Starke Schädigungen an mehrgeschossigen Stahlbetongebäuden (z.T. Totalversagen) konzentrierten sich auf:

- Schulgebäude (2- oder 3-geschossig), welche bezüglich des Grundrisses als gleichartige Typenbauwerke in der gesamten Osttürkei verbreitet sind. Während die als 2-geschossig ausgebildeten Schulen keine bzw. nur geringe Schäden erlitten, konnten häufig stärkere Schädigungen an der 3-geschossigen Variante beobachtet werden. Die in Abbildung 5 dargestellten Schulen in Kaleönü und Sariçiçek verdeutlichen die gleichartigen Schadensmechanismen.
- Wohn- und Geschäftsgebäude (4- bis 6-geschossig), die sich entlang topografisch markanter Linien befanden. Die Konzentration kollabierter Bauwerke im Übergangsbereich vom Hang zum Plateau könnte auf signifikante Verstärkungen der Bodenbewegung hinweisen, die sich zum Plateau hin abschwächen. Abbildung 6 zeigt zwei ausgewählte Schadensfälle, welche sich an Hangsituationen in Bingöl befanden.
- öffentliche Gebäude (4- bis 6-geschossig), wie z.B. das Bettenhaus eines Internats in Çeltiksuyu (Abbildung 7), bei denen starke Fehler im Entwurf und der Konstruktion erkennbar wurden.

Zur Auswertung der ingenieurmäßigen Schadensanalysen sowie der meßtechnischen Standortuntersuchungen befindet sich ein gesonderter Beitrag in Vorbereitung.

Es ist erneut darauf hinzuweisen, daß die Durchführung des Einsatzes durch Sponsorengelder der Hannover Rück, des GeoForschungZentrums Potsdam und des Erdbebenzentrums der Bauhaus-Universität Weimar gefördert wurde.

Literatur

General Directorate of Disaster Affairs GDDA (2003). Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, <http://www.deprem.gov.tr>

Grosser, H., M. Baumbach, H. Berckhemer, B. Baier, A. Karahan, H. Schelle, F. Krüger, A. Paulat, G. Michel, R. Demirtas, S. Gencoglu, and R. Yilmaz (1998). The Erzincan (Turkey) Earthquake (Ms 6.8) of March 13, 1992 and its Aftershock Sequence, *Pure applied Geophysics* **152**, 465—505

Gülkan, P., S. Akkar & U. Yazgan (2003). A preliminary engineering report on the Bingöl Earthquake of May 1, 2003. Middle East Technical University, Ankara/Türkiye, 2003.

Kandilli Observatory, Earthquake Research Institute KOERI (2003). Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, <http://boun.edu.tr>

Turkish Ministry of Public Works and Settlement TMPS (1998). Specification for Structures to be built in Disaster Areas. Part III – Earthquake Disaster Prevention (Chapter 5-13). Effective from 1.1.1998. English translation, 84 pp., 1998.

Deutsche TaskForce für Erdbeben GTFE (2003). <http://www.gfz-potsdam.de/pb2/pb21>

United States Geological Survey USGS (2003). <http://neic.usgs.gov>

Wessel, P. & W.H.F. Smith (2002). GMT - The Generic Mapping Tools. Version 3.4.1, <http://gmt.soest.hawaii.edu>

Abbildungen

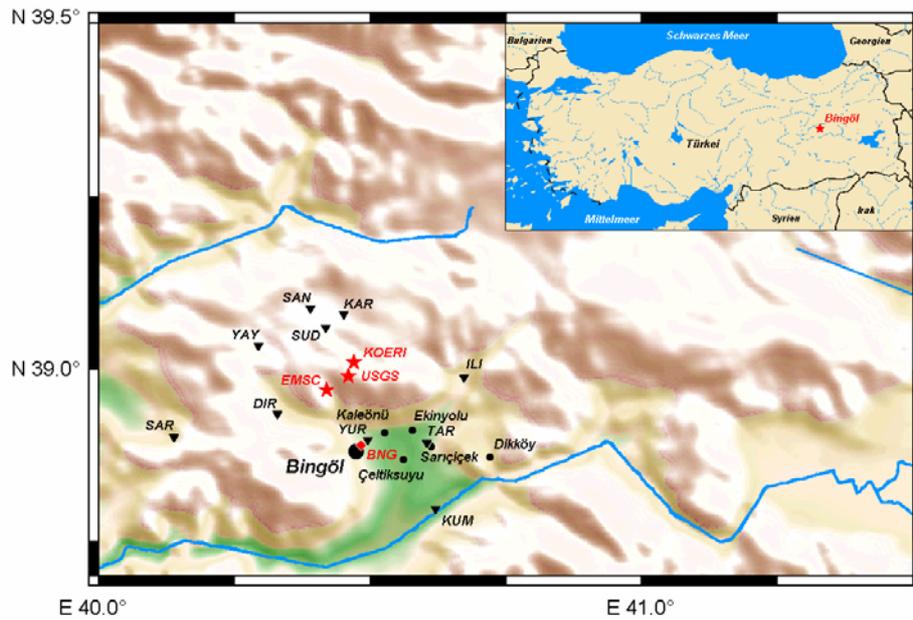


Abbildung 1. Karte der ostanatolischen Provinz Bingöl, durch unterschiedliche Institutionen bestimmte Epizentren des Hauptbebens (EMSC, KOERI, USGS) sowie die Standorte der temporären seismischen Stationen der TaskForce (Karte generiert mittels GMT, WESSEL & SMITH, 2002).

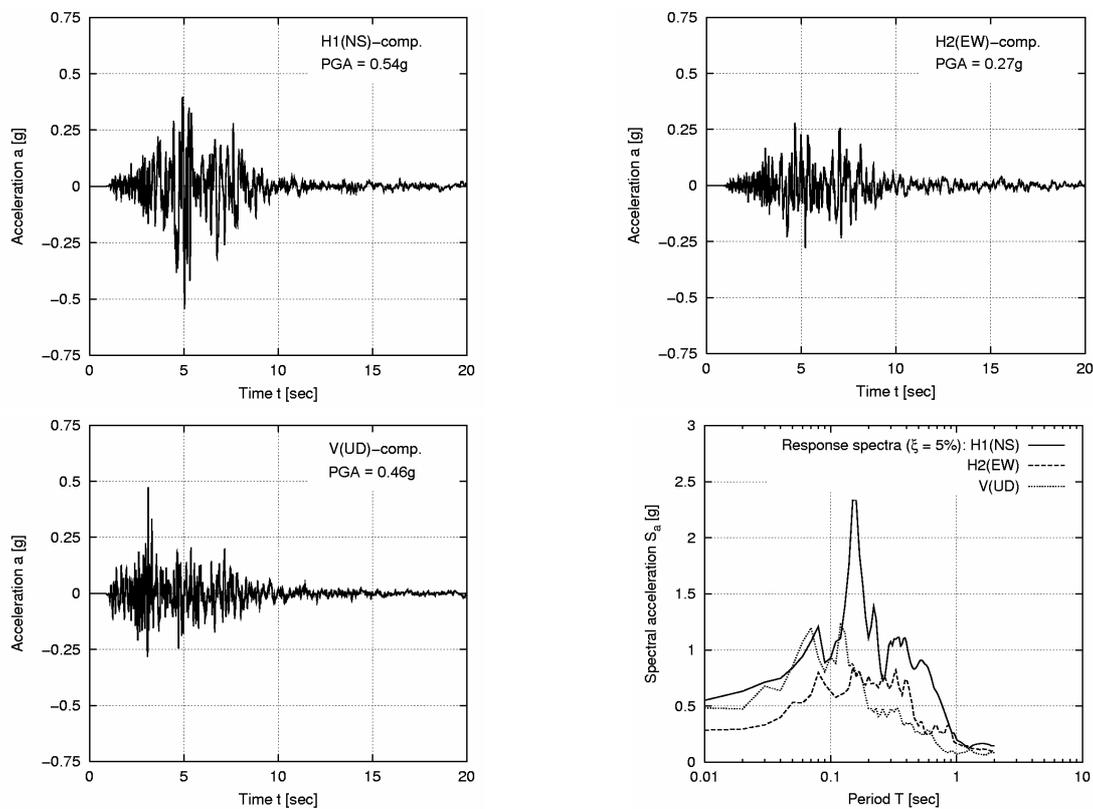


Abbildung 2. Beschleunigungsaufzeichnung (3-comp.) des Hauptbebens vom 01. Mai 2003 an der Station Bingöl (BNG) sowie dazugehörige Antwortspektren (bereitgestellt durch GDDA, 2003).

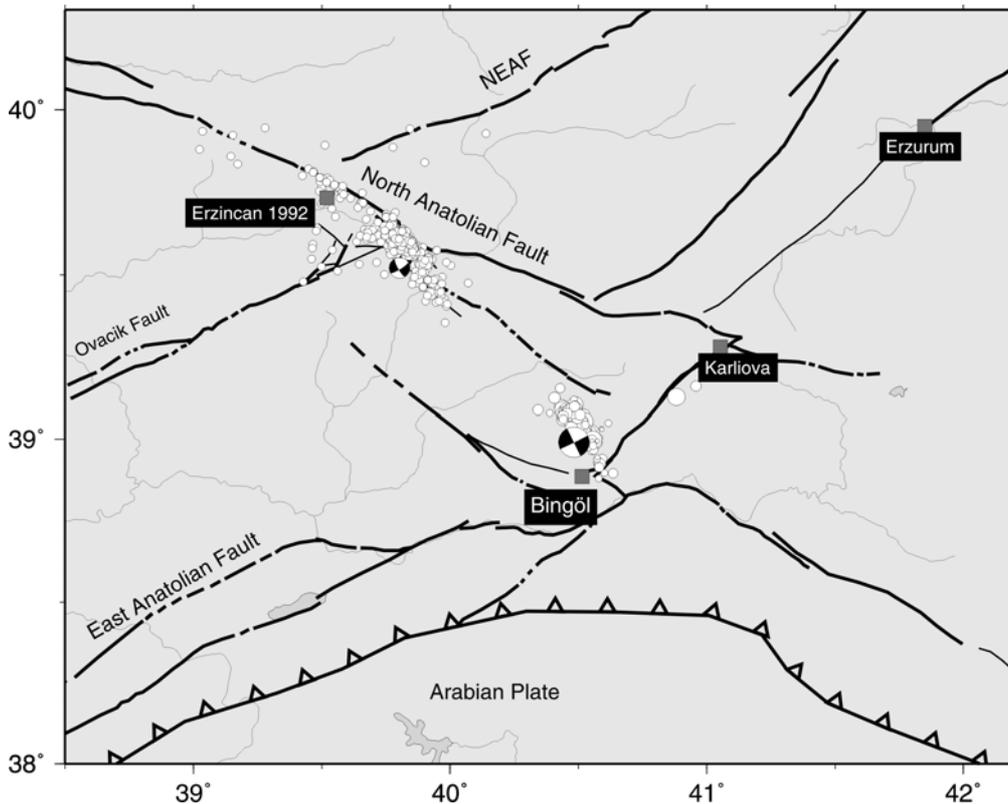


Abbildung 3. Ausschnitt aus dem Störzonensystem im Osten der Türkei. Ursache der Bewegung der Anatolischen Platte entlang der Nordanatolischen und Ostanatolischen Platte nach Westen ist die nach Norden gerichtete Bewegung der Arabischen Platte. Die Nordanatolische und Ostanatolische Verwerfung kreuzen sich in der Nähe von Karliova. Als weiße Punkte sind Nachbeben des Bingöl (2003) sowie des Erzincan Erdbebens (1992) eingezeichnet.

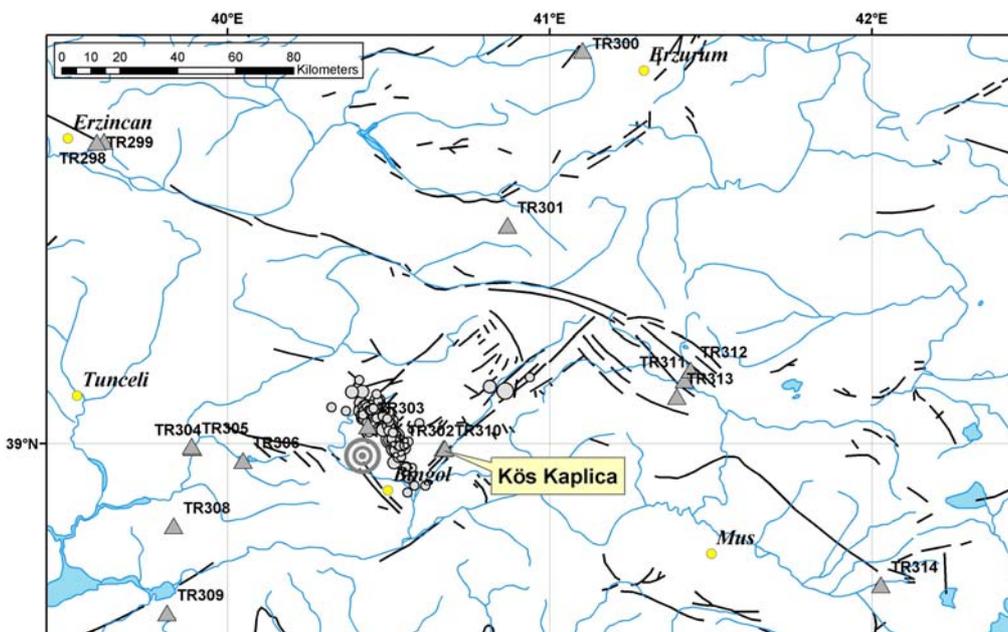


Abbildung 4. Lage der nach dem Bingöl-Erdbeben untersuchten Thermal- und Mineralwässer (Dreiecke). Die grauen Kreise zeigen die Epizentren von 186 Nachbeben, die am 12. und 13. Mai 2003 von dem temporären seismischen Netz registriert wurden. In Kös Kaplica wurden Temperaturerhöhungen an einer heißen Quelle beobachtet.



a)



b)

Abbildung 5. Totalversagen des 3-geschossigen Typenbauwerkes “İlkokul” (Grundschule) in a) Kaleönü und b) Sarıçiçek.



a)



b)

Abbildung 6. Stark geschädigte Wohngebäude (5-gesch.) entlang einer Hangsituation im nördlichen Stadtteil Bingöls. (Bemerkung zu Bild b): zwei Gebäude gleicher Art und Geschosßzahl befanden sich links (als direkter Anbau) sowie rechts (in gewissem Abstand) neben dem ersichtlichen Gebäude. Beide Konstruktionen erfuhren Totalschaden und waren zum Zeitpunkt der Dokumentation bereits rückgebaut.)



Abbildung 7. Totalversagen eines 4-geschossigen Bettenhauses des Internats in Çeltiksuyu unmittelbar nach dem Beben (GÜLKAN ET AL., 2003).