

Deutsche Task Force Erdbeben

Das Cariaco (Nordvenezuela) - Erdbeben vom 09. Juli 1997

Kurzfassung eines Sofortberichts der TaskForce - Gruppe BAU

von

**Mathias Raschke, Dominik H. Lang, Jörg Habenberger und
Jochen Schwarz (Projektleitung)**

Am Mittwoch, 09. Juli. 1997 wurde der Nordosten Venezuelas von einem schweren Beben erschüttert, dem weitere, z.T. starke Nachbeben folgten. Nach Presseangaben forderte das Beben über 70 Menschenleben. Der Großteil der Opfer wurde durch den Einsturz mehrgeschossiger Wohnhäuser (vgl. Abb. 3) bzw. von Schulgebäuden (Abb. 4 und 5) verursacht. Der ökonomische Schaden wird mit 980 Mrd. Bolivar (etwa 2 Mrd. US\$) angegeben. Das Epizentrum des Hauptbebens lag nach ersten Schätzungen ca. 7 - 10 km nordöstlich von Cariaco. Diese Stadt war auch am stärksten in Mitleidenschaft gezogen worden. Spektakuläre Schadensfälle traten jedoch auch in entfernten Orten auf. Die Magnitude des Bebens wird mit Ms 6.9 angegeben. Der Bebenherd liegt nach ersten Angaben in weniger als 6 km Tiefe. Die Starkbebendauer soll nach EERI Newsletter (August 1997) 3 bis 18 s betragen haben. Das Beben wird der Verwerfung „El Pilar“ zugeordnet, die in dieser Region die Südamerikanische von der Karibischen Platte trennt.

Wenige Tage nach dem Ereignis reiste die Gruppe der Deutschen Task-Force Erdbeben ins Katastrophengebiet. Dem Einsatz ging eine Bitte des venezolanischen Instituts für seismologische Forschungen (FUNVISIS) voraus; seine Vorbereitung verlief durch die Botschaften beider Länder unbürokratisch und schnell. Die Task Force Erdbeben bestand aus vier Wissenschaftlern des GeoForschungsZentrums (GFZ) Potsdam: Dr. M. Baumbach (Leitung vor Ort), Dr. H. Grosser, Dr. W. Welle und Frau M. Sobesiak sowie den Bauingenieuren J. Habenberger, D. Lang und M. Raschke von der Bauhaus - Universität Weimar. Gesamtverantwortlich für die Einsatzdurchführung war das Deutsche Task Force Komitee Erdbeben unter Vorsitz von Prof. Dr. J. Zschau (GFZ, Aufgabenbereichsdirektor Physik des Erdkörpers und Desasterforschung) und Dr.-Ing. J. Schwarz (BU Weimar) für den Ingenieurbereich.

Ein Sofortbericht der Ingenieurgruppe gibt eine erste Schadensübersicht, er kann unter der genannten Kontaktadresse angefordert werden.

Im Schadensgebiet wurden zehn Strong-Motion-Meßgeräte installiert. Die Standortauswahl orientierte sich hauptsächlich an der Schadenssituation bzw. den Untergrundbedingungen und sollte eine großräumige Erfassung der Bodenbewegung gewährleisten. Die Auswertung der Meßdaten steht zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch aus.

Makroseismische Erhebungen

Die betroffene Region gehört nach der gültigen Erdbebennorm CONVENIN 1756-82 zur Zone höchster seismischer Aktivität in Venezuela. Für die Zone 4 wird durch die Norm ein Horizontalbeschleunigungswert von 0.3 g vorgegeben. Wie berichtet wurde, stellt das Ereignis für die betroffene Region das stärkste Beben der letzten 30 Jahre dar. Es ist deshalb nicht auszuschließen, daß bei den in den letzten Jahren errichteten Neubauten die durch die Norm vorgeschriebenen Grundsätze erdbebengerechten Bauens unbeachtet blieben. In ländlichen Gebieten waren einige Ortschaften zu großen Teilen zerstört. Hier dominieren traditionelle „ningenieurmäßige“ Bauweisen (Abb. 7).

Eine erste Schadensübersicht wurde von Funrevi Caracas (*Viviendas Afectadas por el Terremoto del 09 de Julio de 1997*) vorgelegt. Darin enthaltene Angaben zur regionalen Schadensverteilung (gestaffelt nach Verwaltungseinheiten) werden in Abb. 1 über den prozentualen Anteil an abzureißenden bzw. reparaturbedürftigen Häusern veranschaulicht.

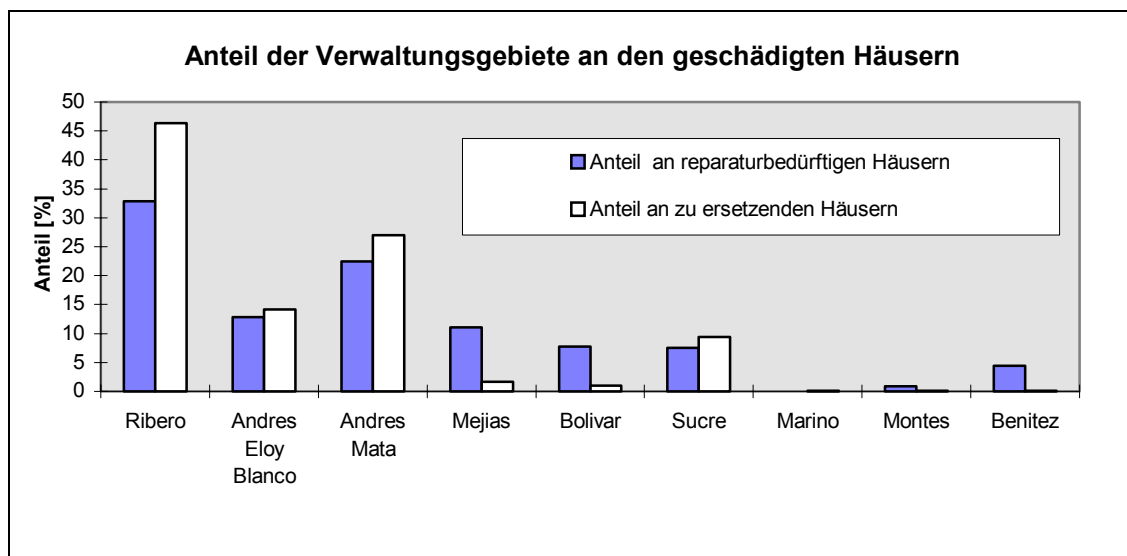


Abb. 1. Regionale Verteilung der Bauwerksschäden; nach Funrevi (1997).

Es läßt sich feststellen, daß der Schaden konzentriert im Gebiet Ribero aufgetreten ist. Eine vorläufige Intensitätsbewertung auf Grundlage der beobachteten Bauwerksschäden ergibt in der Nähe des Epizentrums (Cariaco) eine Intensität von $I(EMS) = 8$. Diese Abschätzung entspricht den Angaben von Grases im *EERI-Newsletter 8/9*: Cariaco: $I(MM) = 7 - 9$ (MM - Modified Mercalli).

Wie Abb. 2 anhand vorhandener Intensitätsbefunde verdeutlicht, waren die Schütterwirkungen offensichtlich entlang der in NS-Richtung verlaufenden Hauptverwerfung stärker ausgeprägt.

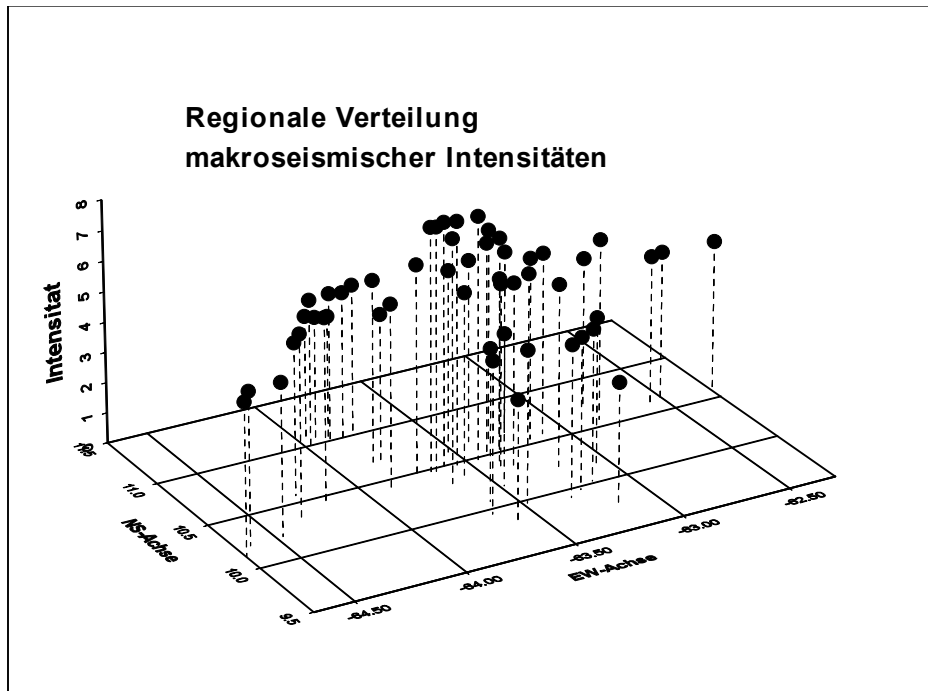


Abb. 2. Regionale Verteilung der makroseismischen Schütterwirkungen.

Die Schadensdokumentation vor Ort wurde mit drei Schwerpunkten durchgeführt:

- (1) Erfassung der spektakulären Schadensfälle mit Schadensgraden 4 und 5, d.h. mit partiellem oder vollständigem Versagen
 - (2) Erfassung der typischen Schadensfälle mit Schadensgraden 2 und 3
 - (3) Flächendeckende Aufnahme der Schadenssituation in Cumaná (ca. 200 000 Einwohner).
- Ergebnisse zu (1) werden im Sofortbericht als „Schadensfälle“ vorgestellt. Ergebnisse zu (2) werden als typische Schadensfälle beschrieben und anhand von Beispielen veranschaulicht. Ergebnisse zu (3) können zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht vorgestellt werden.

Ausgewählte Schadensfälle

Stahlbetonkonstruktionen für Wohn- und Geschäftsbauten sind in der Regel Stützen-Riegel-Systeme mit Kragarmen (über dem Erdgeschoß), deren Rahmenfelder oft ausgemauert sind. Die einachsige gespannten Decken bestehen aus Rippen mit dazwischenliegenden Langlochziegelformsteinen.

Schadensfall: Haus Mirama in Cumaná (Abb. 3)

Planungsunterlagen weisen für das Wohn- und Geschäftshaus sieben Etagen aus; nach lokalen Informationen soll das Gebäude jedoch drei oder vier Stockwerke mehr als geplant besessen haben. Die Konstruktion versagte vollständig. Es ist zu vermuten, daß der Baugrund signifikant zur Verstärkung der Bodenbewegung beigetragen hat (Fluß- und Meeressedimente, hoher Grundwasserspiegel).



Abb. 3

Schadensfall: „Oberschule“ in Cariaco (Abb. 4)

Die „Oberschule“ Cariacos bestand aus einem Gebäudekomplex (drei, teilweise vier Geschosse) mit Innenhof. Der Grundriß war unregelmäßig. Das Tragwerk (Stahlbetonrahmen mit Kragarm und Ausmauerung) versagte teilweise völlig. Unter dem eingestürzten Erdgeschoß verloren über vierzig Menschen ihr Leben.



Abb. 4

Schadensfall: „Grundschule“ in Cariaco (Abb. 5)

Bei der ca. 30 Jahre alten Schule versagten beide Geschosse. Während in Querrichtung Rahmen mit auskragenden Riegeln vorhanden waren, läßt sich für die Längsrichtung keine wirksame Aussteifung angeben. Die Stützen waren im Verhältnis zu den Riegeln schwach dimensioniert, die Verbügelung und die Betonqualität mangelhaft.



Abb. 5

Schadensfall: Toyota-Haus in Cumaná (Abb. 6)

Aufgrund der Entfernung zum Erdbebenherd ist der Schaden besonders bemerkenswert. Die Grundtragstruktur des Toyota-Hauses besteht aus einem regelmäßigen, dreigeschossigen Rahmen. Das SchadensAbb. wird durch Torsionseffekte geprägt. Schäden konzentrieren sich an den Außenstützen einer Gebäudeecke.



Abb. 6

Eingeschossige Wohnbauten

In der erdbebenbetroffenen Region ist die Konstruktion des von Stahlbeton eingefassten Mauerwerks typisch. Diese Bauweise wurde auch bei Projekten des sozialen Wohnungsbaus angewendet; die so errichteten Häuser waren kaum geschädigt. Bei Häusern des individuellen Wohnungsbau hingegen waren die Schädigungen stärker (Stützen versagten, die Ringanker waren gerissen, der Verbund zwischen Längs- zu Querwand wurde zerstört). Dies kann auf die mangelhafte Ausführungsqualität zurückgeführt werden.

Zu den typischen traditionellen Bauweise zählt die „Bajareque“-Technik, die sich durch ein schwaches Tragskelett aus Holzstielen und -balken ohne Querstreben auszeichnet. An den beiden Außenseiten (manchmal auch nur an einer Seite) der Wände ist ein Bambusgitter befestigt (mit Stricken aus

Pflanzenfasern). Diese sind mit Lehm beschichtet, oft wird auch der ganze Innenraum zwischen den Holzstielen mit Lehm verfüllt (Abb. 7). Die Schäden an diesen Bauten konzentrierten sich in der Umgebung von Cariaco vor allem in ländlichen Siedlungen.



Abb. 7 „Bajareque“ - Bauweise mit typischen Schadensmustern

Schäden an Spezialbauwerken

Es wird exemplarisch auf das Versagen der Stahltanks der Shrimps-Fabrik in CHIGUANA (Abb. 8) verwiesen. Die für die Wasserversorgung vorgesehenen drei Tanks befinden sich auf einer Anhebung. Sie haben bei einem Basisdurchmesser von ca. 7.3 m ein Fassungsvermögen von 600 m³. Die Wände bestehen aus gewelltem Weißblech, das miteinander verschraubt ist. Abb. 8 zeigt im Hintergrund einen leeren, ungeschädigten, im Vordergrund das Versagen eines gefüllten Tanks.

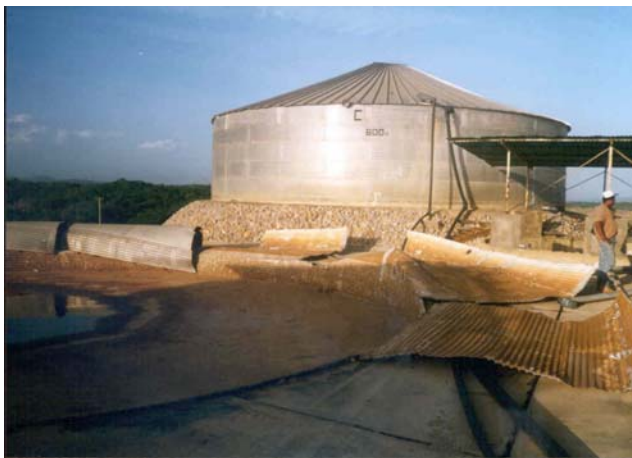


Abb. 8

Zusammenfassung von schadensbegünstigenden Faktoren

Drei schadensbegünstigende Faktoren sind hervorzuheben:

1. Qualität von Material und Bauausführung
2. Prinzipielle Entwurfs- und Konstruktionsfehler (Ausmauerung von Stahlbetonrahmen nicht in voller Höhe, kraftschlüssige Verbindungen nichttragender Ausmauerung mit Stahlbetonrahmen, Fehlen von wirksamen Aussteifungselementen in den Hohlrahmen der „Bajareque“-Bauten)
3. Standorteffekte (Baugrund, hoher Grundwasserstand) und Baugrundversagen (Verflüssigung)

Ausstehende Auswertungen

Ein von den Autoren vorgelegter Sofortbericht vermittelt einen Eindruck über die Schadenssituation im betroffenen Gebiet und beschreibt markante bzw. typische Schäden. Eine Präzisierung der darin getroffenen Aussagen wird die Auswertung der Nachbebenregistrierungen ermöglichen. Weiterer Aufschluß über schadensbegünstigende Faktoren wird aus der Analyse der Bodenproben, Betonprobekörper und Bewehrungsprüfungen erwartet.

Ziel der Nachbereitung sind dann u.a.:

- die Auswertung der makroseismischen Schadensaufnahme für die untersuchte Region
- die Auswertung der mikroseismischen Schadensaufnahme (mittels Umfrage) in Cumaná
- die Ableitung von Empfehlungen für die Sanierung der Gebäude.
- die Nachrechnung geschädigter Gebäude.

Danksagung

Die Task Force Gruppe ist den Behörden und wissenschaftlichen Einrichtungen, die die Auswertungen unterstützt haben, zu großem Dank verpflichtet. Stellvertretend sei der persönliche Einsatz von Herrn Dr. Michael Schmitz gewürdigt, der wesentlich zur Lösung der organisatorischen Fragen und damit maßgeblich zur Durchführung aller Untersuchungen beitrug. Der Einsatz wurde möglich durch die finanzielle Unterstützung der Hannover Rueck, des GeoForschungsZentrums Potsdam und der Bauhaus-Universität Weimar.