

# Erkundungsmission

## Gujarat Erdbeben in Westindien vom 26.1.2001

Am 26. Januar 2001 um 8:45 Uhr Lokalzeit ereignete sich in der Region Kachchh in der indischen Provinz Gujarat ein schweres Erdbeben der Magnitude  $M_w = 7.7$ . Es war das schadenreichste Erdbeben der letzten 50 Jahre in Indien. Das Epizentrum lag im Norden von Bhachau etwa 250 km westlich von Ahmedabad (Indien) und 290 km südöstlich von Hyderabad (Pakistan). Nach Angaben des USGS (US Geological Survey) betrug die Herdtiefe 23.6 km.

Das Erdbeben beschädigte Brücken, Dämme und Häfen, zerstörte ganze Dörfer in Gujarat und selbst in der 250 km entfernten Großstadt Ahmedabad stürzten Häuser ein. Nach Angaben der Regierung von Gujarat vom 26. Februar 2001 beträgt die Anzahl Todesopfer 19801, davon allein 18212 in der Region Kachchh. Die Anzahl Verletzte liegt bei 70000.

Die SGEb entsandte vom 18. bis 28. Februar 2001 zwei Mitarbeiter auf eine Erkundungsmission unter der Leitung der AFPS (Association française du génie parasismique). Schwerpunkte dieser Mission waren neben der Untersuchung der Schäden an Hochbauten vor allem die Begutachtung von Industrieanlagen und Lifelines. Ein ausführlicher Missionsbericht wird von der AFPS veröffentlicht. In diesem Artikel wird ein kurzer Auszug dieses Berichts aus dem Kapitel „Industrieanlagen“ gegeben.

### Der Hafen von Kandla

Der Hafen von Kandla am Golf von Kachchh gehört zu den bedeutendsten Frachthäfen Indiens. 17% der indischen Frachtgüter, vor allem Getreide, Reis, Kohle, Holz, Schwefel und Düngemittel werden hier verladen; im Jahr 2000 waren das insgesamt 45 Millionen Tonnen.

40 km südlich vom Epizentrum gelegen halten sich die Schäden im Hafen in Grenzen. Keiner der zwischen 30 und 40 m hohen Kräne zur Beladung der Frachtschiffe fiel um. Von den 22 Lagerhäusern wurden nur die fünf ältesten beschädigt (ca. 45 Jahre alt). Gründe hierfür waren schwere Dachkonstruktionen sowie „kurze Stützen“ mit ungenügend verbügelter Längsbewehrung (Bild 1). Die neueren Lagerhäuser zeigten indes keine Schäden.

An den insgesamt 15 Hafentmolen entstanden keine nennenswerten Schäden, nur bei fünf älteren Molen deuteten Risse in der Betonplatte auf eine Beschädigung einiger Stahlbetonpfähle der Pfahlgründung hin. Der Verladebetrieb an diesen Molen wurde nach dem Erdbeben vorübergehend eingestellt, er wurde jedoch nach einem Expertengutachten mit reduzierter Belastung wieder aufgenommen.



*Bild 1 (links): Versagen der kurzen Stützen einer Lagerhalle im Hafen von Kandla*

*Bild 2 (rechts): Unterschiedliche Setzungen im Hafen von Kandla infolge Bodenverflüssigungen*



Im ganzen Hafengebiet kam es infolge von Bodenverflüssigungen zu bis zu 30 cm großen Setzungen (Bild 2). Laterale Bodenverschiebungen, vor allem entlang des Ufers, führten zu einer Schiefstellung des Kontrollturms und des Zollhauses.

Das Bürogebäude des Wasserbauingenieurs stürzte ein. Bei diesem Einsturz handelte es sich um den typischen Fall eines weichen Erdgeschosses (Bild 3).



*Bild 3: Um das Erdgeschoss abgesackte 2-stöckige Bürogebäude im Hafen von Kandla (linkes Bild) und Überreste der Erdgeschossstütze an der Ecke des Gebäudes (rechtes Bild)*

### **Industrieanlage IFFCO**

Im Gegensatz zum Hafen von Kandla wurde die nahegelegene Industrieanlage der IFFCO (Indian Farmers Fertilizer Cooperative) schwer beschädigt. Vor dem Erdbeben wurden hier pro Tag ca. 700 Tonnen Düngemittel hergestellt, dies entspricht 15% der Gesamtproduktion an Düngemitteln in Indien. Die Produktion steht seit dem Erdbeben still. Die Schäden konzentrieren sich vor allem auf Stahlbetontragwerke (Produktions- und Lagerhallen). Die Stahlstrukturen wie z.B. die Tanks zur Lagerung von Ammoniak erlitten keine oder nur sehr geringe Schäden. Nach Angaben des Senior Managers der Anlage waren die meisten Tanks zur Zeit des Erdbebens zur Hälfte gefüllt. Eine vollständige Kontrolle der zweiwandigen Tanks kann jedoch erst im leeren Zustand durchgeführt werden.

Die beiden Hauptproduktionshallen, Stahlbetonrahmenkonstruktionen ausgefüllt mit Betonsteinmauerwerk, erlitten mittelschwere Schäden. Viele der Mauerwerkswände brachen heraus und Teile des Daches stürzten ein (Bild 4). Einige der Stützen im Erdgeschoss wiesen im Fußbereich Betonabplatzungen und ausgeknickte Längsbewehrungsstäbe auf.

Bei einer der Lagerhallen stürzte das Dach ein, da die Stahlbetonfachwerkbinder, die die Dachhaut trugen, von ihren Auflagern rutschten. Risse im Boden lassen vermuten, dass hier große Bodenbewegungen aufgetreten sind (Bild 5).



*Bild 4: Stahlbetonrahmen der Produktionshalle von IFFCO mit herausgebrochenen Mauerwerkswänden*



*Bild 5: Abgestürzte Stahlbetonfachwerkbinder einer Lagerhalle von IFFCO*

Eine der beiden großen Transportgalerien der Industrieanlage stürzte aufgrund Stützenversagen ab und beschädigte dabei ein Pipelineviadukt. Wie die zweite noch vorhandene Transportgalerie zeigt, handelte es sich dabei um einen mehrfeldrigen Stahlbetondurchlaufträger auf Stahlbetonrahmenstützen. Die Stützen der zweiten Transportgalerie wiesen starke Plastifizierungen im Fußbereich und im Bereich der Rahmenknoten auf (abgeplatzer Beton und Ausknicken der Längsbewehrungsstäbe).

### **Schlußbemerkung**

Die durch das Erdbeben verursachten Schäden im Hafen von Kandla und in der Industrieanlage von IFFCO sind vor allem auf ungünstige Bodenverhältnisse und bauliche Mängel zurückzuführen. Die baulichen Mängel lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- weiche Erdgeschosse
- Ausfüllen von Rahmen durch Mauerwerk
- kurze Stützen
- ungesicherte Auflager
- ungenügende Stabilisierungsbewehrung

Es handelt sich dabei um typische und seit langem bekannte Fehler bei der Konzeption und Konstruktion von Bauwerken hinsichtlich ihrer Erdbebensicherheit. Das Vermeiden dieser Fehler würde ohne wesentlichen finanziellen Mehraufwand zu einer bedeutend kleineren Erdbebenverletzbarkeit führen.