

# Erdbebengefährdung in Kalifornien – Die San-Andreas Verwerfung

- Autor: Johannes Gerlinger <joejoe@gmx.net> -

## Grundlagen

Kalifornien, das nach dem großen Beben von San Francisco im Jahr 1906 im 20. Jahrhundert eine Phase fast durchgehender seismischer Ruhe erfuhr, wartet heute auf das so genannte „Big One“, das von US-Geologen bei einer Stärke von 6,7 oder mehr, mit einer Wahrscheinlichkeit von 62 % für die nächsten 30 Jahre erwartet wird. Im Bereich San Francisco rechnet man bei einem solchen Beben mit mehreren Zehntausend Toten und Hunderttausenden von Verletzten und mit materiellen Schäden von mindestens 40 Mrd. US\$, je nach Tageszeit. Die trügerische Ruhe des letzten Jahrhunderts hat in Kalifornien zu einer ungestörten wirtschaftlichen Entwicklung und einer schnellen Bevölkerungszunahme mit den damit verbundenen umfangreichen Bautätigkeiten geführt, ohne dabei auf Gebiete mit besonderer Erdbebengefährdung zu achten.

Heute zeichnet sich das nicht vorhandene Risikobewusstsein der kalifornischen Bevölkerung durch Unwissenheit, Ignoranz bis zur Meinung, dass ja sowieso ganz Kalifornien erdbebengefährdet sei, aus. Erst durch verstärkte tektonische Aktivität seit Ende der 70er Jahre (1989 Loma Prieta 6,9 und 1994 Northridge 6,7) kommt es zu verstärkten Initiativen in Erdbebenforschung und –vorsorge. Doch warum ist die Erdbebengefahr in Kalifornien und insbesondere in der Region San Francisco so groß?

## Erdbebengefährdung

Kalifornien ist Teil des zirkumpazifischen Gürtels, der verstärkter seismischer Aktivität ausgesetzt ist. Grund ist die Plattentektonik, nach der die Erdkruste und die obersten Partien des Erdmantels umfassende Lithosphäre der Erde aus einer Reihe mehr oder weniger starrer Platten besteht, die auf der fleißfähigen Unterlage des oberen Erdmantels, der Asthenosphäre bewegt werden. Die Verschiebung der Platten wird vor allem auf Dehnungsvorgänge an den Mittelozeanischen Rücken (divergente Plattengrenze) zurückgeführt, an denen ununterbrochen Magma beidseitig neuen Meeresboden bildet (Sea Floor Spreading). Diese Produktion muss an den so genannten Subduktionszonen (konvergente Plattengrenzen) ausgeglichen werden, wo die Erdkruste im Bereich der Tiefseegräben quasi verschluckt wird. Ursache für diese Bewegungen dürften Konvektionsströme im Erdmantel sein. Kalifornien befindet sich im Bereich einer solchen Plattengrenze. Hier treffen die pazifische und die nordamerikanische Platte aufeinander und bilden hier quer durch Kalifornien die San-Andreas Verwerfung aus. Die Epizentren der schweren Beben orientieren sich an dieser Linie, die vom Golf von Kalifornien auf dem Kontinent bis etwa zum Cap Mendocino nördlich von San Francisco verläuft und danach vor der Küste. Im Bereich der San Francisco Bay spaltet sich diese Verwerfung in mehrere Linien westlich und östlich von San Francisco auf. Neben der San-Andreas, gibt es in diesem Bereich auch noch die Hayward-, die

Rogers Creek und die Calaveras Fault, die eine besonders hohe Aktivität auszeichnet. Die an diesen Verwerfungslinien auftretenden Spannungen erwachsen aus der unterschiedlichen Bewegungsrichtung und Bewegungsintensität der pazifischen und nordamerikanischen Platte. So bewegen sich die Platten im nördlichen Bereich weitestgehend horizontal als Blattverschiebung zueinander (Rate 40 mm/a), wohingegen es im südlichen Bereich wegen der Krümmung der Verwerfungslinie zusätzlich zu einer Aufschiebung kommt. Während des langen Zeitraums einer verminderten seismischen Aktivität kam es zu einem erheblichen Bevölkerungswachstum und einer verstärkten Bebauung erdbebengefährdeter Gebiete. Gerade die San Francisco Bay ist durch ihre vielen kleinen Verwerfungen besonders gefährdet.

Untersuchungen des **US-Geological Survey** (USGS) kommen zu dem Ergebnis, dass es seit der starken Entlastung der Spannungen durch das große Beben 1906 zu einem verstärkten Spannungsaufbau gekommen ist und dass insbesondere die Hayward Fault, die entlang der San Francisco Bay verläuft eine erhebliche Gefahr darstellt. Nicht nur, dass sie schon seit über 150 Jahren seit dem großen Beben von 1868 nicht mehr aktiv war, entlang ihrer Verwerfung befindet sich neben den Großstädten Oakland und Hayward auch noch das berühmte Silicon Valley. Ein weiteres großes Problem ist der Untergrund, denn Erfahrungen aus vergangenen Erdbeben haben gezeigt, dass insbesondere Gebäude auf „weichem“ Untergrund von der so genannten „Liquefaction“, also dem Flüssigwerden des Untergrunds durch Sackungen betroffen sind. Ein solch weicher

Untergrund stellen neben den fluvialen und marinen Sedimenten der Bucht vor allem die anthropogenen Aufschüttungsflächen dar. Dieses Problem trat auch schon beim großen Beben von 1906 auf, genau wie eine weitere Folge des Erdbebens, für die bis heute keine Lösung gefunden ist. So waren die meisten Schäden auf die Brände zurückzuführen, die durch das Erdbeben ausgelöst wurden und wegen geborstener Wasserleitungen durch die Feuerwehr tagelang nicht gelöscht werden konnten. Weitere Probleme könnten durch Erdbeben an den dicht bebauten Hängen rund um die Bucht auftreten, da diese oft aus Ton- und Mergelschichten aufgebaut sind. Auch die Gefährdung von Brücken und Tunneln im Bereich der Bucht wird als erheblich eingeschätzt. Dies zeigte das Erdbeben von Loma Prieta im Jahr 1989, als neben Teilen der Oakland-Bay Bridge auch das Cypress Viaduct zusammenstürzte, obwohl das Epizentrum des Bebens über 30 km weiter südlich lag. Aus Erkenntnissen eines inzwischen gut ausgebauten seismischen Messinstrumentennetzes in Kalifornien wurde deutlich, dass bisherige Annahmen, dass sich seismische Erdbebenwellen konzentrisch ausbreiten im Bereich der Verwerfungen nicht stimmen. Neuere Ergebnisse zeigen, dass die Aktivitäten sich entlang der Verwerfung und dann davon parallel fortpflanzen. Außerdem haben Beobachtungen gezeigt, dass es bei den Verwerfungen durchaus aktivere und passivere Fragmente gibt. Manche Fragmente haben eher die Tendenz zu langsamen Kriechen (creep faults), was sich nur als geringe Erdstöße bemerkbar macht. Andere Bereiche zeigen viel eher die Tendenz zu Verhaken und diese Spannungen dann abrupt zu lösen (1906 waren es bei einer Länge von 430 km entlang der San-Andreas Verwerfung

im Bereich Marina County eine Versetzung von 7 m !!!).

In der neusten Veröffentlichung der USGS zeigen paläotektonische und aktuelle satellitengestützte Untersuchungen, dass es auch im 14. sowie im 17. Jahrhundert ein ähnlich starkes Erdbeben wie das von 1906 in der Region gegeben hatte, auch gefolgt von

einer seismischen Ruhephase. Nach dieser Ruhephase, die damals ca. 100 Jahre dauerten allerdings mehrere große Erdbeben. Aufgrund zahlreicher Untersuchungen werden ähnliche Entwicklungen auch jetzt wieder befürchtet, so dass nicht die Frage ist, ob ein großes Erdbeben kommt, sondern nur, wann und wo und vor allem wie die Gesellschaft darauf vorbereitet sein wird.