

ERDBEBENGEFÄHRDUNG

in Europa

Wo, wie oft und wie stark bebt
die Erde in Europa?



Erdbeben in Europa

Jedes Jahr ereignen sich Millionen von Erdbeben in Europa. Die meisten dieser Beben sind zu klein, um verspürt zu werden oder Schäden zu verursachen, aber immer wieder kommt es auch zu schweren Ereignissen. Jedes Mal, wenn sich ein solch starkes Erdbeben in einer Region in Europa ereignet, erinnert es uns an die Schäden, die Beben an Gebäuden und in der Umwelt anrichten können, sowie an die Auswirkungen auf das Wohlergehen der Gesellschaft.

Erdbeben zählen zu den tödlichsten Naturgefahren, und sie lassen sich weder verhindern noch genau vorhersagen. Dank der Gefährdungs- und Risikobewertung von Erdbeben wissen wir jedoch besser, wo starke Erschütterungen am wahrscheinlichsten auftreten und mit welchen Auswirkungen wir bei künftigen Erdbeben rechnen müssen.

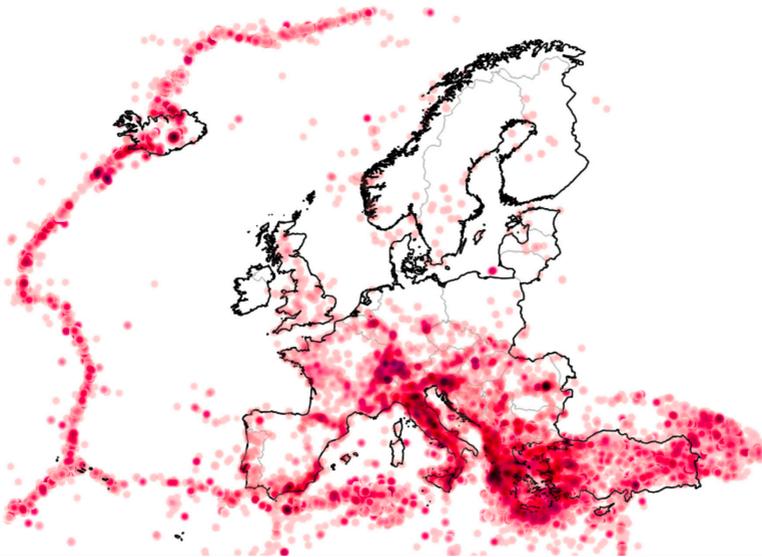


Abbildung 1: Aufgezeichnete Erdbeben von 1000 n. Chr. bis 2014 in Europa.

Was ist Erdbebengefährdung?

Die Erdbebengefährdung, auch seismische Gefährdung genannt, beschreibt die potenziellen Bodenerschütterungen durch zukünftige Erdbeben. Bodenerschütterungen sind die häufigste Auswirkung eines Erdbebens; sie können aber auch sekundäre Phänomene wie Tsunamis, Erdrutsche oder Steinschlag auslösen. Die Beurteilung der seismischen Gefährdung basiert auf dem Wissen über vergangene Erdbeben, Geologie und Tektonik sowie auf lokalen Faktoren, welche die Stärke der Erschütterungen an einem bestimmten Ort beeinflussen können.

Datensätze, die diese Bestandteile der Gefährdungsanalyse abbilden, werden zu einem Erdbebengefährdungsmodell kombiniert. Damit kann abgeschätzt werden, wo Erdbeben unterschiedlicher Stärke auftreten können, wie häufig sie zu erwarten sind und wie wahrscheinlich bestimmte erdbebenbedingte Erschütterungen sind.

Erdbebenkataloge



Informationen über Erdbeben (z. B. Ort, Stärke und Intensität) von 1000 n. Chr. bis 2014 wurden in sogenannten Erdbebenkatalogen zusammengestellt. Da der Input für diese Erdbebenkataloge von vielen lokalen oder nationalen seismischen Netzwerken geliefert wird, war eine Harmonisierung des endgültigen Katalogs nötig, um die Unterschiede bei der Erstellung der verschiedenen Kataloge zu berücksichtigen.

Geologie und Tektonik



Erdbeben entstehen durch einen plötzlichen Spannungsabbau entlang von Brüchen in der Erdkruste, ausgelöst durch eine relative Bewegung der Gesteinsschichten auf beiden Seiten eines Bruches. Informationen über die aktiven Verwerfungen helfen, um die Lage und Stärke künftiger Erdbeben abzuschätzen, insbesondere in Regionen, wo die Erdbebenkataloge unvollständig sind.

Modelle für Bodenerschütterungen



Die physikalischen Erkenntnisse zur Ausbreitung seismischer Wellen vom Hypozentrum (dem Ort, an dem die Verwerfung zu brechen beginnt) durch die Erdkruste ermöglichen es uns, in Kombination mit den Daten vergangener Erdbeben, das Ausmass der Bodenerschütterung an einem bestimmten Ort bei einem Erdbeben einer bestimmten Stärke abzuschätzen.



Was zeigt die Karte der Erdbebengefährdung in Europa?

Die Erdbebengefährdungskarte zeigt das zu erwartende Ausmass der Bodenerschütterung an einem bestimmten Ort aufgrund potenzieller Erdbeben, die lokal oder in grösserer Entfernung auftreten könnten.

Die Bodenerschütterung wird als Spitzenbodenbeschleunigung (Peak Ground Acceleration, PGA) ausgedrückt, die normalerweise in Prozent von „g“, der Erdbeschleunigung, angegeben wird. Die auf der Erdbebengefährdungskarte für Europa dargestellten Werte beruhen auf den Berechnungen des Europäischen Erdbebengefährdungsmodells 2020 (ESHM20).

Nach den geltenden Bauvorschriften sind erdbebensichere Wohn- oder Bürogebäude so ausgelegt, dass sie den erwarteten Bodenerschütterungen standhalten, die mit einer Wahrscheinlichkeit von 10% in einem bestimmten Zeitintervall (d. h. 50 Jahren) überschritten werden. Dies ist die durchschnittlich erwartete Lebensdauer eines normalen Wohngebäudes und kann auch als die Bodenerschütterung beschrieben werden, die voraussichtlich alle 475 Jahre überschritten wird (die so genannte Wiederkehrzeit der Gefahr).

Auf der Erdbebengefährdungskarte von Europa sind Gebiete mit geringer Gefährdung weiss bis grün, Gebiete mit mässiger Gefährdung gelb bis orange und Gebiete mit hoher Gefährdung dunkelrot bis violett eingefärbt.

Dabei ist wichtig zu erwähnen, dass auch in Regionen mit geringer oder mässiger seismischer Gefährdung Erdbeben jederzeit und an jedem Ort auftreten können.

Regionen mit der höchsten Erdbebengefährdung

Die Türkei, Griechenland, Albanien, Italien und Rumänien sind die Länder mit der höchsten Gefährdung in Europa, gefolgt von den anderen Balkanländern.

Aber auch in einigen Regionen von Belgien, Deutschland, Frankreich, Island, Norwegen, Österreich, Portugal, der Schweiz, Slowenien und Spanien ist die Erdbebengefährdung erheblich.

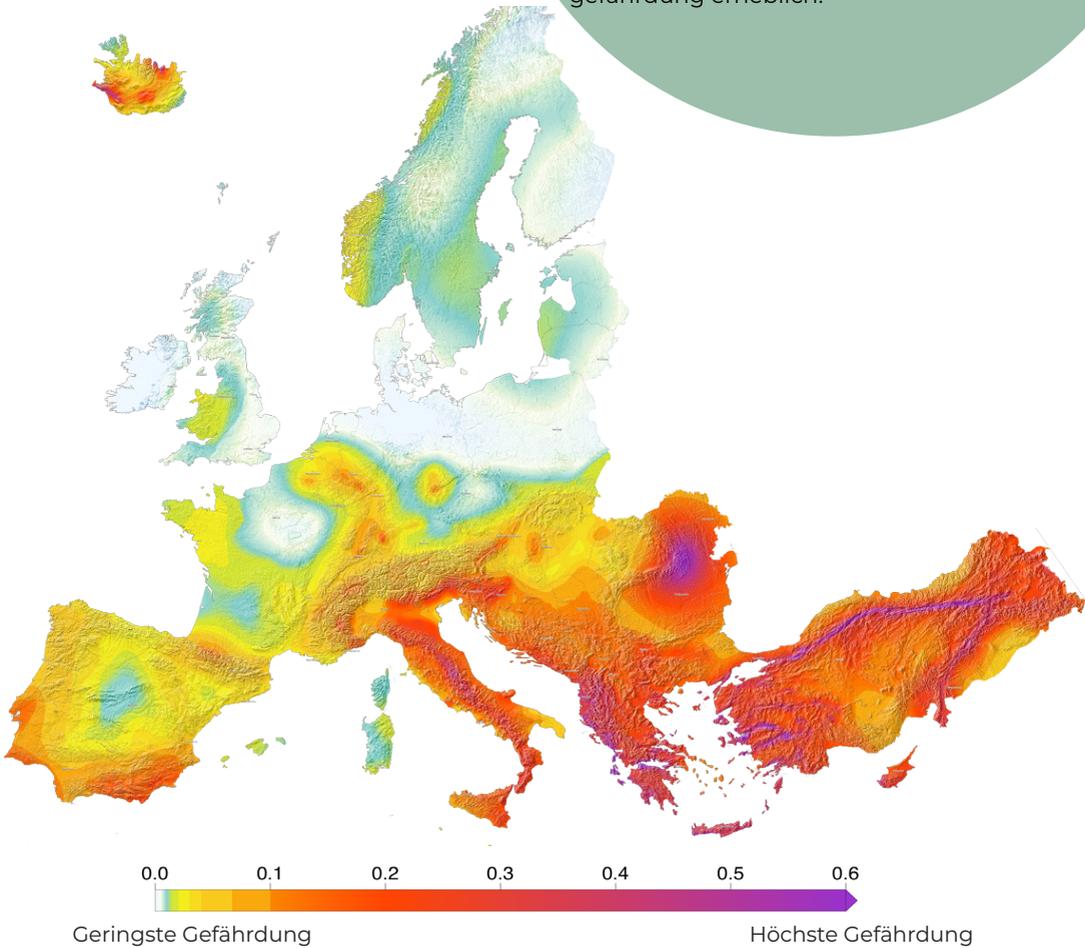


Figure 2: Die Erdbebengefährdungskarte von Europa auf der Grundlage des Europäischen Erdbebengefährdungsmodells 2020.



Was lernen wir aus einem Erdbebengefährdungsmodell?

Wissenschaftliche Modelle führen Berechnungen zusammen, die bestimmen, wie sich ein bestimmter Faktor in der Realität entwickeln könnte, z. B. die Stärke der Bodenerschütterung durch Erdbeben an verschiedenen Orten. Somit bildet das Europäische Erdbebengefährdungsmodell (ESHM20) die Grundlage für Entscheidungen zur Verringerung der potenziellen Auswirkungen von Erdbeben in Europa und ist eine Voraussetzung für die Beurteilung des seismischen Risikos.

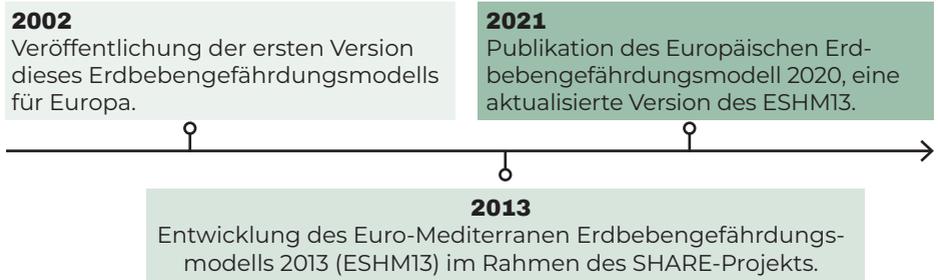
Wir können neue Baunormen festlegen, um Gebäude widerstandsfähiger gegen künftige Erdbeben zu machen

Erdbebengefährdungsmodelle werden vor allem zur Ausarbeitung von Erdbebenvorschriften verwendet. In Europa ist der Eurocode 8 die empfohlene Norm für erdbebensicheres Bauen und Nachrüsten von Gebäuden und Bauwerken, um Menschenleben zu schützen, Schäden zu minimieren und funktional wichtige Zivilschutzbauten zu erhalten. Spezifische Gefährdungskarten aus dem ESHM20 dienen erstmals als Anhang für die nächste Version des Eurocodes 8. Die Integration von Erdbebengefährdungsmodellen in spezifische seismische Bauvorschriften trägt dazu bei, dass Gebäude Erdbeben standhalten können, und so die katastrophalen Schäden begrenzt werden. Zu beachten ist, dass die Erdbebengefährdungswerte immer zuerst in die Normen für eine erdbebensichere Bauweise einfließen müssen und nicht direkt als Grundlage für den Bau verwendet werden können.

Wir können die Festlegung wirksamer länderübergreifender Vorsorgestrategien unterstützen

Die meisten europäischen Länder erstellen, aktualisieren und veröffentlichen routinemässig nationale Erdbebengefährdungsanalysen. Wenn solche Modelle verfügbar sind, liefern sie massgebliche Informationen für nationale, regionale und lokale Entscheidungen für die Entwicklung von Erdbebennormen und Vorsorgestrategien. Die zugrundeliegenden Datensätze von Nachbarländern werden aber oft nicht einheitlich erstellt. Ein Beispiel dafür ist der unterschiedliche Umgang mit Unsicherheiten, was zu inhomogenen Gefährdungsanalysen führen kann, und so die grenzüberschreitende Nutzung seismischer Gefährdungseinschätzungen erschwert. Das Europäische Erdbebengefährdungsmodell 2020 ist deshalb wieder vollständig grenzübergreifend harmonisiert und bietet vergleichbare Informationen, die für die Entwicklung wirksamer länderübergreifender Strategien zur Katastrophenvorsorge von entscheidender Bedeutung sind.

Was ist neu und innovativ an der aktuellen Version des Modells?



Es wurden beträchtliche Anstrengungen unternommen, um die wichtigsten zugrundeliegenden Datensätze zu harmonisieren und zu erweitern:

- Tausende von Erdbeben wurden in den Erdbebenkatalog aufgenommen, der nun ein breiteres Spektrum an Magnituden abdeckt und zusätzliche 1'000 historische Erdbeben-Ereignisse enthält.
- Die Forschenden fügten der Datenbank der aktiven Verwerfungen etwa 1'200 aktive Verwerfungen hinzu, die sich über 90'000 km kartierter Verwerfungen erstrecken.
- Anhand der neu zusammengestellten Aufzeichnungen starker Bodenerschütterungen und der erweiterten Metadaten von 25'000 Wellenformen wurden neue Erdbebenmodelle für Europa entwickelt.
- Seismogene Quellenmodelle auf dem neuesten Stand der Technik erfassen das räumliche und zeitliche Muster von Erdbeben in Europa.
- Schliesslich haben die Forschenden die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse genutzt, um diese Datensätze in seismische Gefährdungsmodelle einzufügen und ein aktualisiertes Erdbebengefährdungsmodell für Europa zu erstellen.

Diese Fortschritte haben zu genaueren Einschätzungen der Erdbebengefährdung in Europa geführt. Infolgedessen wurden die Bodenerschütterungswerte für eine bestimmte Wiederkehrzeit (d. h. 10 % in 50 Jahren) in ganz Europa angepasst.



Weitere Informationen



Erfahren Sie mehr über Erdbebengefahr und Erdbebenrisiko in Europa unter www.efehr.org. Auf dieser Webseite finden Sie weitere Informationen, Erklärungen und Zugang zu Berichten, Karten, Daten und vielem mehr.

Danksagung

Ein Kernteam von Forschenden aus verschiedenen Institutionen in ganz Europa hat im Rahmen diverser Projekte bei der Entwicklung des Europäischen Erdbebengefährdungsmodells 2020 (ESHM20) zusammengearbeitet.

Viele weitere Fachleute haben auf unterschiedliche Weise zur Entwicklung des ESHM20 beigetragen, z. B. durch die Zusammenstellung und Aufarbeitung von Daten, den Wissensaustausch oder die Bereitstellung von Feedback auf Tagungen und Webinaren. Dies alles geschah in enger Zusammenarbeit mit der Global Earthquake Model (GEM) Stiftung und dem European Plate Observing System (EPOS).

—> Eine Liste mit allen Namen und Institutionen, die beteiligt waren, finden Sie unter www.hazard.efehr.org.

Funding

Die Entwicklung des Europäischen Erdbebengefährdungsmodells 2020 (ESHM20) wurde durch das Forschungs- und Innovationsprogramm Horizon 2020 der Europäischen Union unter den Finanzhilfvereinbarungen 730900, 676564 und 821115 der Projekte [SERA](#), [EPOS-IP](#) und [RISE](#) gefördert.

Nutzung wissenschaftlicher Produkte

Wenn Sie wissenschaftliche Produkte wie Datensätze verwenden oder Bildmaterial des Europäischen Erdbebengefährdungsmodells (ESHM20) verbreiten wollen, verwenden Sie bitte die folgende Quellenangabe:

Danciu L.¹, Nandan S.¹, Reyes C.¹, Basili R.², Weatherill G.³, Beauval C.⁴, Rovida A.², Vilanova S.⁵, Sesetyan K.⁶, Bard P-Y.⁴, Cotton F.³, Wiemer S.¹, Giardini D.¹ (2021) - The 2020 update of the European Seismic Hazard Model: Model Overview. EFEHR Technical Report 001, v1.0.0, <https://doi.org/10.12686/a15>

1. ETH Zürich, Schweiz
2. Nationales Institut für Geophysik und Vulkanologie (INGV), Italien
3. Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ), Deutschland
4. Institut für Erdwissenschaften (ISTerre), Frankreich
5. Höheres Technisches Institut (IST), Universität Lissabon, Portugal
6. Kandilli Observatorium und Erdbebenforschungsinstitut, Bogazici Universität, Türkei

—> Besuchen Sie www.hazard.efehr.org, um auf Erdbebengefährdungsdaten und weitere Dienste zuzugreifen.

Rechte und Genehmigung

Sofern nicht anders angegeben, sind alle ESHM20-Daten und wissenschaftlichen Produkte unter der [Creative Commons BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) Lizenz veröffentlicht. Diese Produkte können daher für private, wissenschaftliche, kommerzielle und nicht-kommerzielle Zwecke verwendet werden, sofern hierbei eine angemessene Quellenangabe gemacht wird.



Das EFEHR Konsortium

EFEHR (European Facilities for Earthquake Hazard and Risk) ist ein gemeinnütziges Netzwerk von Organisationen, das sich der Entwicklung und Aktualisierung von Erdbebengefährdungs- und Risikomodellen im europäisch-mediterranen Raum verschrieben hat. In Zusammenarbeit mit der Global Earthquake Model (GEM) Stiftung und dem European Plate Observing System (EPOS) pflegt und entwickelt EFEHR die Europäischen Modelle der Erdbebengefährdung und des Erdbebenrisikos weiter.

Weitere Informationen: www.efehr.org/efehr/about



Kontakt

EFEHR
Departement Erdwissenschaften
ETH Zürich
Sonneggstrasse 5
8092 Zürich, Schweiz
Email: efehr.hazard@sed.ethz.ch



Impressum

Herausgeber: Schweizerischer Erdbebendienst, ETH Zürich

Konzept, Design und Redaktion: N. Valenzuela, M. Marti, S. Zaugg, L. Danciu, H. Crowley, J. Dabbeek und I. Dallo

Rechtlicher Hinweis: Die alleinige Verantwortung liegt bei den Autoren. Die Europäische Union ist nicht verantwortlich für die Verwendung der in diesem Dokument enthaltenen Informationen.

© 2022, ETH Zürich hält das Copyright im Namen des EFEHR Konsortiums.