



D-A-CH – Mitteilungsblatt – Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik

Eine gemeinsame Publikation von

D G E B

Deutsche Gesellschaft für Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik
www.dgeb.eu

O G E

Österreichische Gesellschaft für Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik
www.oge.or.at

S G E B

Schweizer Gesellschaft für Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik
www.sgeb.ch

ISSN 1434-6591

Liebe Leserinnen,
liebe Leser,

noch immer steht die Welt unter dem Einfluss der COVID-19 Pandemie. Trotz allem besteht die Hoffnung, dass ab der zweiten Jahreshälfte 2021, geplante Aktivitäten, wie Fachtagungen und Kolloquien, wieder durchgeführt werden können. Das geplante, schon einmal verschobene D-A-CH-Doktorandenkolloquium in Kiel, wird in das Jahr 2022 verschoben. Der bereits geladene Keynote-Sprecher, Emeritus Prof. Dimitri E. Beskos von der Universität Patras, wird als Vortragender mit dem Thema „A performance-based hybrid force / displacement seismic design method for steel, reinforced concrete and composite frames“, erhalten bleiben. Die Einladungen an die D-A-CH-Organisationen und Forschungsinstitute werden im Laufe dieses Jahr versendet. Herzlich eingeladen sind nach wie vor alle interessierten Doktoranden der Gebiete Baudynamik und Erdbebeningenieurwesen.

In der zweiten Jahreshälfte 2021 wird die 17. D-A-CH-Tagung Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik an der ETH Zürich stattfinden. Dr. Helen Crowley konnte für eine Keynote Lecture zu dem Europäischen Seismischen Risikomodell (ESRM20) gewonnen werden. Wie auf den vergangenen D-A-CH-Tagungen wird die DGE B auch auf der kommenden 17. D-A-CH-Tagung wieder herausragende Master/Diplom- und Promotionsarbeiten mit dem DGE B-Förderpreis auszeichnen.

Die Österreichische Gesellschaft für Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik schreibt erstmalig den „OGE-Preis Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik“ aus. Bewerbungen für diesen Preis für abgeschlossene Masterarbeiten (Diplomarbeiten) sind bis 30. September 2021 an den Generalsekretär der OGE unter office@oge.or.at zu richten. Mehr Infos hierzu auf Seite S 16.

In dieser Ausgabe des D-A-CH-Mitteilungsblatts sind wieder spezielle Arbeiten der Baudynamik und des Erdbeben-

ingenieurwesens unterschiedlicher Fachthemen publiziert. Die erste Publikation widmet sich den Untersuchungen von Standorteffekten im seismisch aktiven Gebiet des Odenwaldes in Hessen. Im zweiten Fachbeitrag wird der Intensitäts- und magnitudenorientierte Erdbebenkatalog für deutsche und angrenzende Gebiete EKDAG, der erweiterte Ahorner Katalog, diskutiert. Diskutieren Sie mit uns über die Fachaufsätze der D-A-CH-Mitteilungsblätter: Sie sind herzlich dazu eingeladen. Ebenso sind Sie herzlich eingeladen, mit einem eigenen Aufsatz aus dem Gebiet des Erdbebeningenieurwesens und der Baudynamik den Fokus auf eine spezielle Thematik zu lenken. Bitte wenden Sie sich hierzu an die Herausgeber. Informationen über die drei Gesellschaften und deren Kontaktdaten finden Sie unter:

www.dgeb.org
www.oge.or.at
www.sgeb.ch

Eine anregende Lektüre wünschen Ihnen

*Frank Wuttke,
Günther Achs und
Pia Hannewald.*

Inhalt

S1 EDITORIAL

S2 AUFSATZ Untersuchung von Standorteffekten im seismisch aktiven Gebiet des Odenwaldes in Hessen, *B. Homuth, L. Krieger, H. Deckert*

S10 MELDUNG Neues CAS in Erdbebenüberprüfung und -ertüchtigung

S12 AUFSATZ Intensitäts- und magnitudenorientierter Erdbebenkatalog für deutsche und angrenzende Gebiete EKDAG – erweiterter Ahorner-Katalog, *J. Schwarz, S. Beinertsdorf, H. Meidow*

S21 MELDUNGEN



Frank Wuttke
(Vorsitzender DGE B)



Günther Achs
(Generalsekretär OGE)



Pia Hannewald
(Präsidentin SGE B)

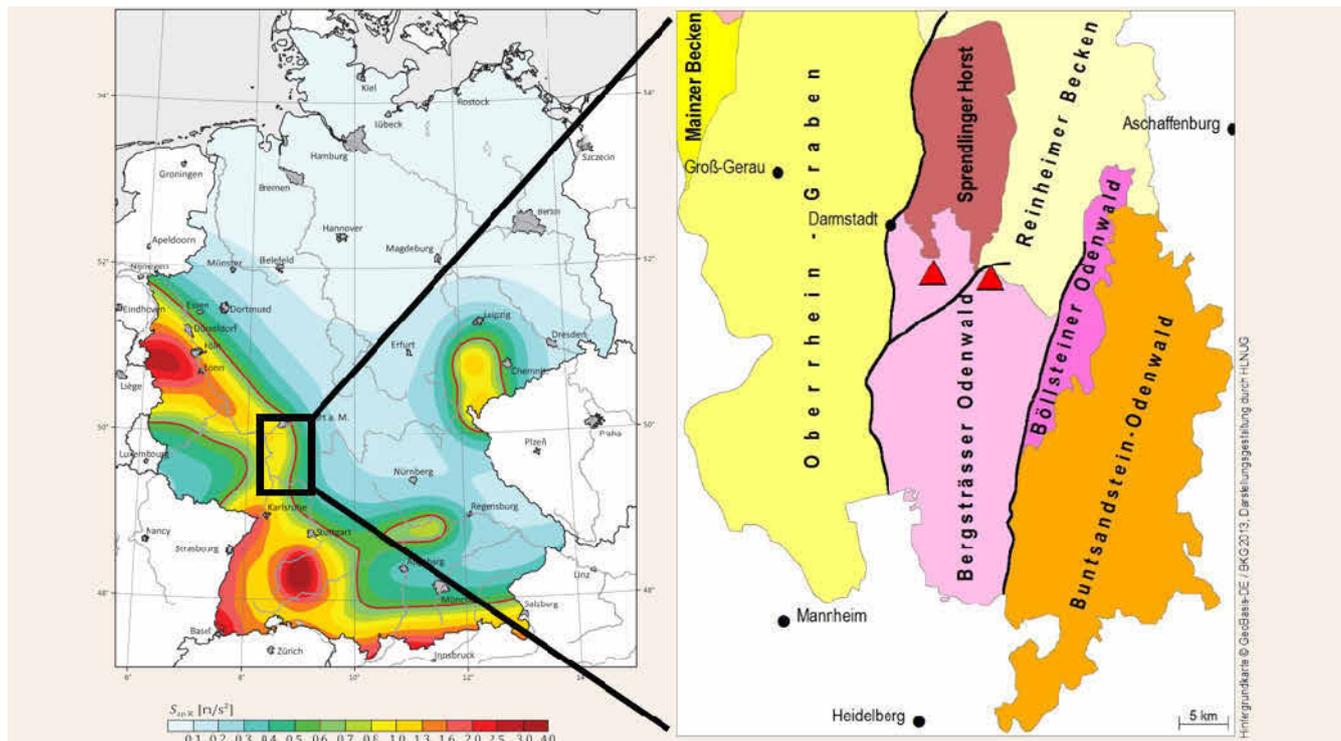


Bild 1. Links: Karte der Erdbebengefährdung für Deutschland für eine Wiederkehrperiode von 475 Jahren (DIN EN 1998-1/NA:2020-05, Abb.: nach [2]). Das schwarze Rechteck markiert den Untersuchungsbereich. Rechts: Vereinfachte geologische Karte des Odenwaldes und seiner Umgebung. Rote Dreiecke markieren die Lokationen der Erdbebencluster von 2014 und 2015 [3]. Dicke schwarze Linien zeigen bekannte geologische Störungen (Schwächezonen im Untergrund) in der Region. Abb.: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG)

Untersuchung von Standorteffekten im seismisch aktiven Gebiet des Odenwaldes in Hessen

B. Homuth, L. Krieger, H. Deckert

ZUSAMMENFASSUNG Untersuchungen zur Erdbebenaktivität in Hessen zeigen, dass lokale seismische Ereignisse für vergleichbare epizentrische Entfernungen lokal unterschiedliche Intensitäten und Gebäudeschäden erzeugen. Eine mögliche Erklärung für diese Unterschiede ist das Vorhandensein unverfestigter Sedimentschichten. Diese können zu lokalen Verstärkungen der durch seismische Ereignisse verursachten Bodenbewegungen führen. Im Zuge eines Bebens 2014 der Magnitude 4,2 bei Darmstadt sollten Untersuchungen klären, ob solche Verstärkungen lokal auf die seismischen Signale einwirken und ob der Frequenzgehalt der so verstärkten Signale auch mit den Resonanzfrequenzen der Bebauungsstrukturen zusammenfällt. Insgesamt wurden die spektralen Eigenschaften des Untergrundes in drei Gebieten im Odenwald in Südhessen an über 180 einzelnen Messpunkten untersucht. Es konnten Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen der Struktur des lokalen Untergrundes und den Informationen ausgewerteter makroseismischer Fragebögen zum beschriebenen Erdbeben ermittelt werden. Die Ergebnisse zeigen eine interessante Korrelation zwischen den spektralen Eigenschaften und der Topographie des Gebiets. Darüber hinaus konnten lokal va-

rierende Untergrundstrukturen bestimmt werden, die möglicherweise Signalverstärkungen verursachen und somit wiederum für die räumliche heterogene Verteilung der berichteten Gebäudeschäden verantwortlich sein könnten.

1 Einleitung

1.1 Regionale Einordnung

Als eines der tektonisch und seismisch aktivsten Gebiete Mitteleuropas bildet der Oberrheingraben (ORG), mit einer Länge von über 320 km und einer Breite von 40 km von Basel im Süden bis nach Frankfurt im Norden, einen NNE-SSW-streichenden Graben entlang des zentralen Teils des europäischen känozoischen Graben-Systems [1]. Im nördlichen Teil grenzt der ORG im Osten an den Odenwald. Dieser kann geologisch in einen westlichen Teil, der hauptsächlich aus kristallinem Grundgestein (Bergsträßer Odenwald) aufgebaut ist und einen östlichen Teil mit mesozoischen Sedimenten (Buntsandstein Odenwald) unterteilt werden (**Bild 1**).

1.2 Lokale Verstärkung seismischer Signale

Die Intensität der Bodenbewegung hängt maßgeblich von der Magnitude des Erdbebens und der Entfernung vom Hypozentrum ab. Die stärksten Erschütterungen während eines Erdbebens treten im Allgemeinen in der Nähe des Epizentrums auf und nehmen mit zunehmender Entfernung ab. Bei einzelnen Erdbeben kann die Bodenbewegung an einem Standort an der Oberfläche jedoch deutlich stärker sein als an einem anderen Standort, selbst wenn der hypozentrale Abstand vergleichbar ist [4]. Das grundlegende Phänomen, das für die Verstärkung der Bodenbewegung verantwortlich ist, besteht darin, dass unverfestigte, weiche Lockersedimente aufgrund des großen Impedanzkontrasts zwischen den Sedimenten und darunterliegendem Festgestein seismische Wellen einfangen können. Die beiden wichtigsten Verstärkungseigenschaften sind hierbei die Steifheit der Lockersedimente sowie deren Mächtigkeit an einem Standort [5]. Seismische Wellen bewegen sich schneller durch Festgestein als durch Sedimente. Wenn die Wellen von festem zu lockerem Gestein übergehen, verlangsamen sie sich und erhöhen gleichzeitig ihre Amplitude. Daher ist die lokal beobachtete Bodenbewegung (Erschütterung) an Stellen mit lockeren Oberflächenschichten tendenziell stärker [5].

1.3 Beobachtete Gebäudeschäden nach lokalen Erdbeben

Der ORG und der Odenwald wurden in der jüngeren Vergangenheit ausgiebig seismisch überwacht [3], [6]. In der Nähe der Stadt Ober-Ramstadt südöstlich von Darmstadt wurden seit März 2014 außerordentlich viele Erdbeben registriert. Im Zeitraum von März 2014 bis November 2015 wurden fast 400 Erdbeben lokalisiert. Das stärkste dieser Erdbeben ereignete sich am 17. Mai 2014 mit einer lokalen Magnitude von $M_L = 4,2$ in einer Tiefe von 4,3 km [3]. Zur Feststellung der Auswirkungen von Erdbeben auf Mensch, Natur und Gebäude stellt der Hessische Erdbebendienst (HED), angesiedelt am Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG), einen makroseismischen Fragebogen im Internet zur Verfügung, der von den Bürgerinnen und Bürgern ausgefüllt und dem HED übermittelt werden kann. Aus den übermittelten Fragebögen werden Intensitätsdatenpunkte in Anlehnung an die EMS-98-Skala [7] ermittelt und in Form einer makroseismischen Karte (**Bild 2**) veröffentlicht. Für das Ereignis vom 17. Mai 2014 konnten 522 Fragebögen ausgewertet werden. Das Ereignis wurde bis zu 100 km vom Epizentrum entfernt als spürbar wahrgenommen und über 100 Schäden an Gebäudestrukturen gemeldet. Obwohl sich das Erdbeben direkt unter der Stadt Ober-Ramstadt ereignete, traten in Ober-Ramstadt nur wenige Schäden auf, während sich die meisten Schäden auf die Gemeinde Nieder-Beerbach, etwa 3 km südlich des Epizentrums, konzentrierten [8].

Die Untersuchung der Erdbebenaktivität in Südhessen im Verlauf der vergangenen Jahre zeigt, dass lokale seismische Ereignisse für ähnliche Epizentralentfernungen lokal unterschiedliche Spürbarkeits- und Schadensmeldungen ergaben [9]. Eine mögliche Erklärung für diese Unterschiede ist das Vorhandensein unverfestigter Sedimentschichten in kleinräumigen Gebieten. Dies kann zu Standortbedingungen führen, die lokal signifikant verstärkte seismische Bodenbewegungen hervorrufen und zu Gebäu-

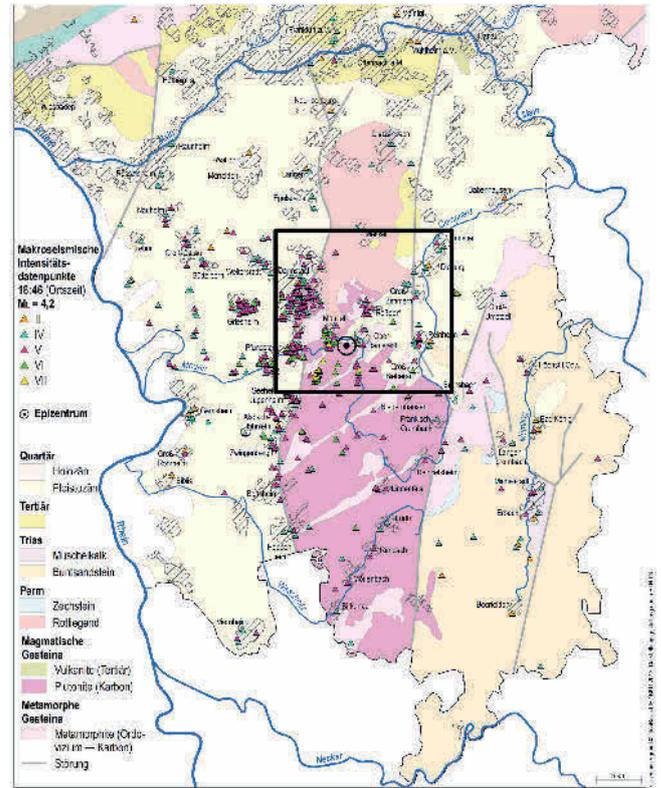


Bild 2. Geologische Karte mit den aus dem HED gemeldeten makroseismischen Fragebögen abgeleiteten Intensitätsdatenpunkten des Erdbebens vom 14. Mai 2014 ($M_L = 4,2$) südöstlich von Darmstadt bis zu einer epizentralen Entfernung von ca. 25 km. Das instrumentell bestimmte Epizentrum ist durch den schwarzen Kreis bei Ober-Ramstadt gekennzeichnet. Makroseismische Intensitätsdatenpunkte wurden in Anlehnung an die EMS-98-Skala [7] markiert und in der Legende zusammen mit den geologischen Einheiten beschrieben. Graue Linien markieren bekannte Störungen (Verwerfungen im Untergrund). Das schwarze Quadrat gibt den Bereich wieder, der in Bild 3 dargestellt ist. *Abb.: HLNUG*

schäden führen [10]. Da diese Effekte wiederum eine klare Frequenzabhängigkeit aufweisen, sollte geklärt werden, ob solche Verstärkungen auf die eintreffenden seismischen Signale wirken und ob der Frequenzgehalt der so verstärkten Signale auch mit Resonanzfrequenzen der Bebauungsstrukturen zusammenfällt. Zur Untersuchung der spektralen Eigenschaften des Untergrundes wurden sogenannte H/V-Messungen durchgeführt.

Die Untersuchung von H/V-Spektralverhältnissen (Verhältnis zwischen den Fourier-Spektren der horizontalen und vertikalen Komponenten eines Seismogramms) kann lokale Verstärkungen durch die Untergrundstruktur als Ursache verschiedener Intensitäten unterstützen beziehungsweise ausschließen. Die in dieser Studie durchgeführte Anwendung systematisch angeordneter H/V-Messungen über ein vergleichsweise großes Gebiet ist geeignet, um die Struktur des obersten geologischen Untergrundes zeitlich relativ schnell, kostengünstig und ausreichend detailliert aufzulösen. Dies gilt insbesondere in dicht bebauten Gebieten. Alle vorhandenen lokalen seismischen Verstärkungseigenschaften können in den Signalspektren der aufgezeichneten Daten durch Identifizieren lokaler Grundresonanzfrequenzen erfasst werden. Im Rahmen der Dateninterpretation ist es möglich, das Untersuchungsgebiet schnell zu charakterisieren und Zonen mit vergleichbaren Verstärkungseigenschaften zu definieren.

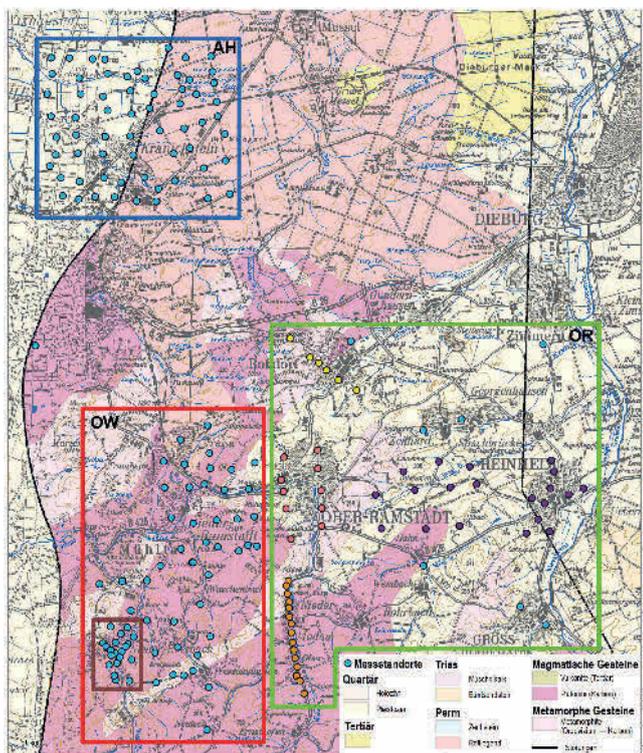


Bild 3. Geologische Karte mit den Positionen der 188 H/V-Messungen im Untersuchungsgebiet. Die Abbildung zeigt die gesamte Untersuchungsregion mit den Teilregionen Arheilgen (AH, blaues Rechteck), Odenwald (OW, rotes Rechteck), einschließlich des Teilgebiets Nieder-Beerbach, braunes Rechteck) und Ober-Ramstadt (OR, grünes Polygon). Letzteres besteht aus fünf Teilbereichen, die jeweils durch farbige Punkte gekennzeichnet sind. Abb.: HLNUG

2 Theorie und Methodik

Die H/V-Methode [11], [12] ist eine passive Methode, bei der Messungen des seismischen Hintergrundrauschens (Bodenbewegungen hervorgerufen durch Wind, Meereswellen, anthropogene Aktivitäten, usw.) verwendet werden, um die grundlegende seismische Resonanzfrequenz f_0 eines Standorts zu bestimmen und zu bewerten. Nach der Theorie weist die vertikale Komponente der Rayleigh-Wellenbewegung für Frequenzen nahe der fundamentalen S-Wellen-Resonanzfrequenz f_0 fast keine Energie mehr auf. Dieses Phänomen kann implizit beobachtet werden, indem das Verhältnis der Fourier-Amplitudenspektren der horizontalen (H) und der vertikalen (V) Komponenten der an der Oberfläche aufgezeichneten Bodenbewegungen berechnet wird. Daher wird die Methode häufig als H/V-Methode bezeichnet. Sie kann als Indikator für unterirdische Strukturmerkmale verwendet werden. Die H/V-Methode beruht auf zwei wichtigen Annahmen. Erstens muss der geologische Untergrund im Bereich der Lockersedimente eine Geometrie aufweisen, die durch ein horizontal geschichtetes Modell geeignet beschrieben werden kann. Zweitens muss der Übergang zwischen der obersten und der darunterliegenden Schicht einen starken ($\geq 2:1$) Kontrast in der akustischen Impedanz aufweisen. Dies entspricht einem vereinfachten geologischen Modell bestehend aus einer Lockersedimentschicht auf Festgestein [13]. Die Methode ist in Regionen unwirksam, in denen diese Annahme nicht zutrifft, zum Beispiel an Standorten mit abgestufter Zementierung, tiefer Verwitterung oder starker Heterogenität der Zusammensetzung des Gesteins im Untergrund [13].

Nach [12] können die beobachteten Frequenzmaxima als Bodenresonanzfrequenzen f_0 interpretiert werden. Unter der Annahme einer vorliegenden Schichtung einer seismisch langsamen Deckschicht (z.B. Lockersedimente) über einer Untergrundstruktur, welche eine signifikant höhere seismische S-Wellen-Geschwindigkeit aufweist, kann daraus die Dicke d der Deckschicht abgeschätzt werden:

$$v_s = \lambda \cdot f_0 \quad \text{und} \quad \lambda = 4 \cdot d \quad \rightarrow \quad d = v_s / (4 \cdot f_0) \quad (1)$$

mit λ als Wellenlänge der S-Welle.

Die S-Wellen-Geschwindigkeiten v_s aufliegender Sedimentschichten wurden in dieser Studie mit Werten von 100 m/s bis zu 1 500 m/s angenommen.

Eine große Anzahl von Studien (z.B. [14], [15], [16]) haben bewiesen, dass die H/V-Methode erfolgreich angewendet werden kann, um die fundamentale Resonanzfrequenz von Sedimentablagerungen zu identifizieren. Diese experimentellen Beobachtungen wurden durch mehrere theoretische 1-D-Untersuchungen gestützt (z.B. [17]). Diese Studien zeigen, dass unter Verwendung zufällig verteilter oberflächennaher Quellen, H/V-Verhältnisse bestimmt werden können, die ein eindeutiges Maximum um die grundlegende S-Wellenfrequenz aufweisen, wenn die oberflächennahere Schicht einen scharfen Impedanzkontrast zum darunterliegenden Festgestein aufweist.

3 Untersuchungsgebiet

Die derzeit seismisch aktive Region in der Nähe der Stadt Ober-Ramstadt ist Teil des Bergsträßer Odenwaldes. H/V-Messungen wurden nordöstlich und südwestlich der Stadt Darmstadt durchgeführt, unterteilt in drei Gebiete mit den Bezeichnungen „Arheilgen“ (AH), „Odenwald“ (OW) und „Ober-Ramstadt“ (OR). Insgesamt wurden H/V-Spektren an 188 Messstandorten bestimmt (Bild 3).

Das Gebiet AH weist einen einfachen rechteckigen Grundriss (4 km x 3,5 km) auf und wurde mit 63 Stationen im Abstand von circa 500 m erfasst. Das Gebiet OW wurde in vier Teilbereiche gegliedert. Im Raum Nieder-Beerbach wurden Messungen entlang mehrerer Profile durchgeführt, um die Variabilität der Signale und die daraus resultierenden H/V-Spektralverhältnisse zu untersuchen. Zwei Profile folgen dem Verlauf des Tals in NO-SW-Richtung, während das dritte Profil das Tal in NW-SO-Richtung durchquert. Darüber hinaus wurde die Umgebung von Nieder-Beerbach untersucht, da seismische Ereignisse, die sich in der Nähe von Ober-Ramstadt ereigneten, häufiger von der Bevölkerung als verspürt gemeldet wurden und Schäden an Gebäuden in oder um Nieder-Beerbach verursachten. Zusätzliche Messungen wurden in den Gemeinden Nieder-Ramstadt und Treisa durchgeführt, die Teil des seismisch aktiven Gebiets bei Ober-Ramstadt sind.

Das Gebiet OR wurde in fünf Teilbereiche unterteilt. Der Bereich der Stadt Ober-Ramstadt wurde mit zehn Stationen entlang zweier Profile abgedeckt, die ungefähr N-S ausgerichtet sind (Bild 3, korallenrote Kreise). Die Ausdehnung der Profile beträgt jeweils circa 3 km, der Abstand zwischen den Profilen circa 1 km. Das Gebiet in der Nähe der Gemeinde Modau wurde mit 15 Stationen entlang eines Profils erfasst, das einer Talstruktur folgte (Bild 3, orangefarbene Kreise). Die Länge des Profils beträgt circa 3,5 km, der Abstand zwischen den Stationen circa 250 m. Das Gebiet um die Gemeinde Roßdorf enthielt sieben Stationen, von

denen sich sechs entlang eines NW-SO-Profiles erstreckten (Bild 3, gelbe Kreise). Die Gesamtlänge dieses Profils beträgt circa 2 km. Das Reinheimer Becken wurde von 20 Stationen zwischen den Städten Ober-Ramstadt und Reinheim abgedeckt (Bild 3, violette Kreise). Zehn dieser Stationen befanden sich im Stadtgebiet Reinheims.

4 Geländearbeiten und Datenverarbeitung

Zur Ermittlung der Resonanzfrequenzen wurden seismische Stationen in der Untersuchungsregion installiert. Durch die Verwendung von 3-Kanal-Seismometern konnten die horizontalen und vertikalen Komponenten der aufgezeichneten Seismogramme des seismischen Hintergrundrauschens zur Berechnung von H/V-Spektralkurven verwendet werden. Die dafür notwendigen Geländearbeiten wurden tagsüber im Zeitraum Mai bis Juni 2017 sowie August bis September 2017 durchgeführt. Die Wetterbedingungen waren zum großen Teil konstant (warm, trocken), kurzzeitig aufgetretener Regen während der Messungen hatte im Allgemeinen keinen Einfluss auf die Datenqualität. Die Positionen der Messorte wurden nach Gesichtspunkten einer gleichmäßigen Überdeckung der Teilgebiete geplant. Die Wahl der genauen Standorte hing von den örtlichen Bedingungen ab (Zugänglichkeit, Bodenbeschaffenheit). Die Messungen wurden innerorts auf asphaltierten oder gepflasterten Wegen und außerorts auf verfestigten Waldwegen durchgeführt, ein Beispiel für einen Messaufbau ist in **Bild 4** dargestellt. Jede einzelne Messung wies eine Dauer von mindestens 45 Minuten auf. Als Messsystem wurden SUMMIT M Vipa der Firma DMT eingesetzt.

Die erhobenen Zeitreihen der seismischen Signale (3-Kanal-Seismogramme) wurden individuell bezüglich ihrer Qualität und Eignung für die Berechnung von H/V-Spektralverhältnissen überprüft. Die Erstellung der zu interpretierenden Kurven von H/V-Spektralverhältnissen beinhaltet einen STA/LTA-Trigger (short term average over long term average) zur automatischen Identifizierung und Entfernung einzelner, impulsiver seismischer Signale. Hierdurch wurde sichergestellt, dass die Datengrundlage hauptsächlich aus seismischem Hintergrundrauschen („ambient noise“) gebildet wurde. Die finalen H/V-Spektralverhältnis-Kurven wurden durch die statistische Auswertung von entsprechend Frequenzgefilterten und geglätteten Teilmengen der Eingangssignale („moving time window“) ermittelt.

5 Interpretation

Die Gebäudestruktur im Untersuchungsgebiet besteht hauptsächlich aus zweistöckigen Häusern durchschnittlicher Bauart. Die Resonanzfrequenzen für diese Häuser liegen bei etwa 5 Hz bis 10 Hz (z. B. [18]). Dementsprechend wurden die ermittelten Bodenresonanzfrequenzen und die beobachteten Häufungen von Gebäudeschäden auf diesbezügliche Korrelationen untersucht.

5.1 Region Odenwald (OW)

Mit Ausnahme von zwei Stationen zeigen alle H/V-Spektralkurven der Stationen im Teilbereich Nieder-Beerbach klare Maxima in einem Frequenzintervall zwischen 5 Hz und 10 Hz, ein Datenbeispiel ist in **Bild 5** dargestellt. Die Ausnahmen können durch Beobachtungen vor Ort (räumliche Nähe anstehenden Festgesteins) erklärt werden. Die Ortschaft Nieder-Beerbach



Bild 4. Aufbau einer Messstation. Der Sensor steht etwa zwei Meter vom Datenrekorder und dem Transportkoffer entfernt. Das GPS-Signal liefert genaue Informationen über die Messpunktposition und den Messzeitraum. Abb.: HLNUG

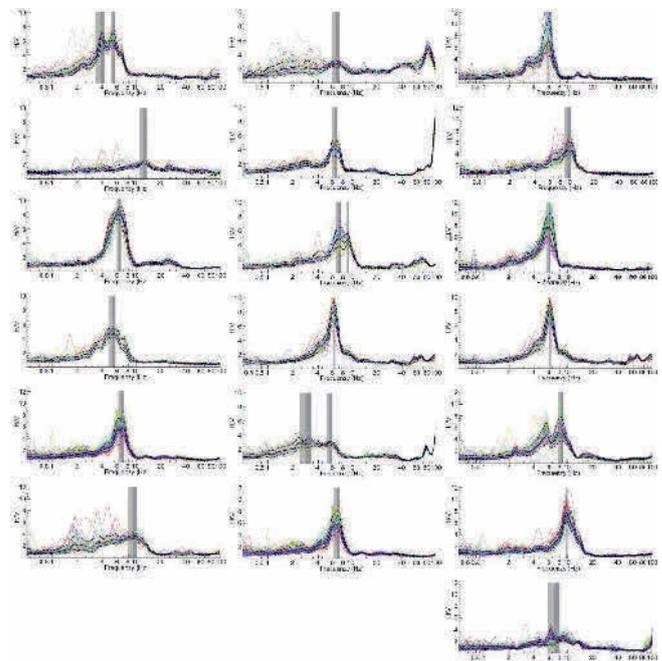


Bild 5. H/V-Spektralkurven des Teilgebiets Nieder-Beerbach, dargestellt als Log-Log-Diagramme. Eine deutliche Resonanzfrequenz zwischen 5 Hz bis 10 Hz ist sichtbar (grau hinterlegter Bereich). Abb.: HLNUG

wies nach dem Erdbeben vom 17. Mai 2014 die stärksten Gebäudeschäden auf [8].

Die Variabilität der berechneten Kurven scheint eher direkt von der starken Topographie dominiert zu sein und nicht vom variierenden Stationsabstand (**Bild 6**). Die Variation des Signals zwischen weiter voneinander entfernten Stationen ist nicht signifikant größer als die zwischen direkt benachbarten, auch spielt hier der Verlauf längs oder quer zur Talstruktur keine entscheidende Rolle.

Die im Großraum um die Ortschaft Nieder-Beerbach erhaltenen Daten zeigen direkte Korrelationen von vermuteter und aus den geologischen Karten zu entnehmender aufliegender Sedimentschicht und einem deutlichen Amplitudenmaximum in den entsprechenden H/V-Spektralverhältnis-Kurven. Die ermittelten Hauptresonanzfrequenzen können mit der topografischen Struktur korreliert werden (**Bild 6**).

Die in der Region um Nieder-Ramstadt erhaltenen Daten zeigen ebenfalls direkte Korrelationen zwischen der aus geologi-

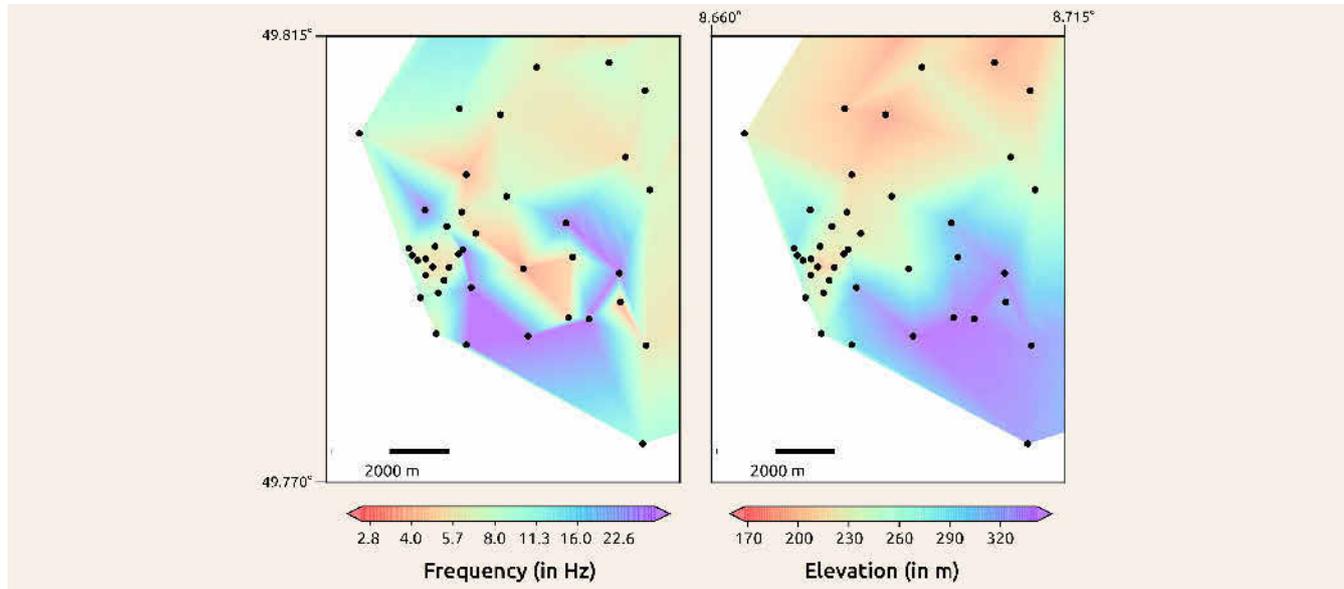


Bild 6. Identifizierte Resonanzfrequenzen im Großraum um Nieder-Beerbach (links; logarithmische Skala) im Vergleich zur lokalen Topographie (rechts; lineare Skala). Schwarze Punkte geben die Messlokationen wieder. Abb.: HLNUG

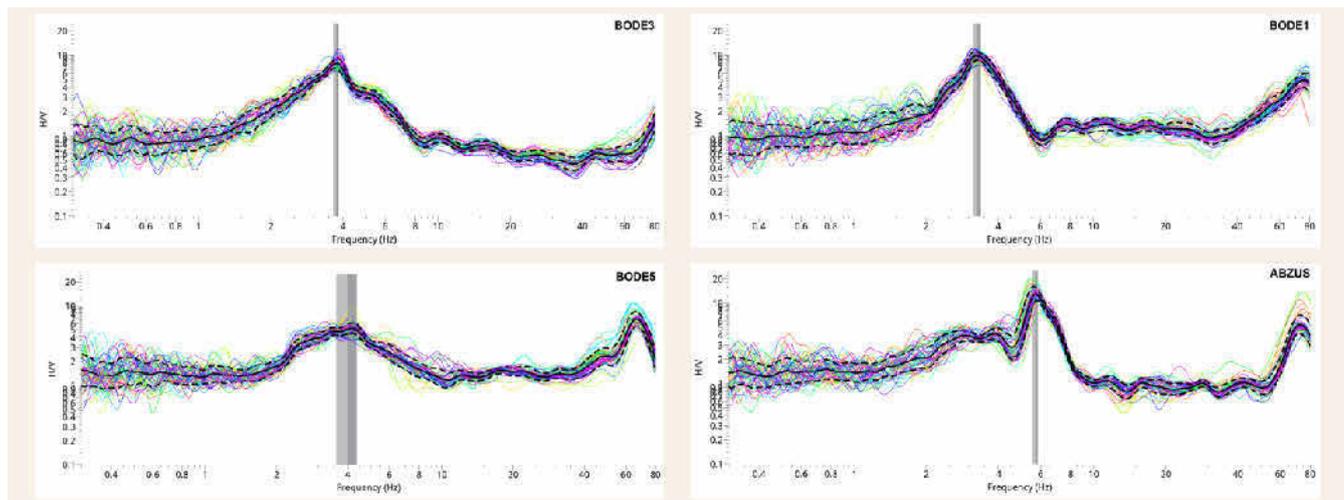


Bild 7. Beispiele für H/V-Spektralverhältnis-Kurven des Gebiets OW, dargestellt als Log-Log-Diagramme. Abb.: HLNUG

schen Karten entnommenen Lage aufliegender Sedimentschichten und einem deutlichen Amplitudenmaximum in den entsprechenden H/V-Spektralverhältnis-Kurven. Die Grundresonanzfrequenzen sind systematisch niedriger (ca. 3 Hz bis 5 Hz) als in der Region Nieder-Beerbach (**Bild 7**). Die dichte städtische Bebauung scheint die Korrelationen allerdings geringfügig zu verschlechtern. Es kann auch hier eine hohe Korrelation mit der topographischen Struktur festgestellt werden.

Zur Abschätzung der in dieser Studie verwendeten geologischen und seismischen Eigenschaften wurden Schichtenverzeichnisse von Bohrungen in unmittelbarer Nähe des Untersuchungsgebiets analysiert. Die Schichtprofile zeigen jeweils eine dünne Auflage von Lockergestein (Löss) mit einem Übergang zu Festgestein (Granit) in 4 m beziehungsweise 9 m Tiefe.

Realistische Wertebereiche für die Parameter Dichte ρ und die seismische Scherwellengeschwindigkeit v_s wurden [19] und [20] entnommen:

Sedimente (Lockergestein): $\rho = 1,7 - 2 \text{ kg/m}^3$; $v_s = 100 - 200 \text{ m/s}$,
Festgestein: $\rho = 3,2 \text{ kg/m}^3$; $v_s = 3\,200 \text{ m/s}$.

Mithilfe dieser Werte konnte unter Annahme eines einfachen Zweischichtfalls eine Resonanz von Rayleigh-Wellen modelliert werden. Ein Beispiel für eine der resultierenden Elliptizitätskurven ist in **Bild 8** dargestellt.

Das deutliche Maximum der Rayleigh-Wellenelliptizität (**Bild 8a**) stimmt für eine seismische S-Wellengeschwindigkeit der Deckschicht von $v_s = 100 \text{ m/s}$ sehr gut mit der an der Station HAINB beobachteten Resonanzfrequenz von circa 6 Hz überein (**Bild 8 b**). Die Station HAINB befand sich in unmittelbarer Nähe zu einer Bohrung, deren Schichtprofil zur Bestimmung der Eigenschaften des Untergrundmodells verwendet wurde. Eine ähnlich gute Übereinstimmung ergab sich für $v_s = 190 \text{ m/s}$ an einer anderen Station mit einer Resonanzfrequenz von circa 5 Hz.

Dieses Ergebnis zeigt, dass die beobachteten lokalen Maxima der H/V-Spektralverhältnisse in Teilen des Untersuchungsgebiets

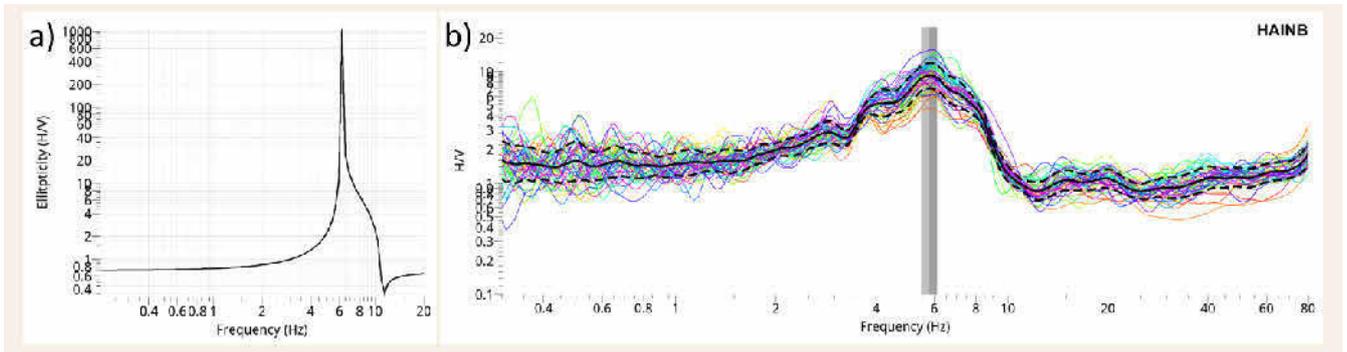


Bild 8. a) Modellierte Rayleighwellenelliptizität für ein einfaches Zweischicht-Modell (4m Sedimentschicht auf Festgestein). b) H/V-Spektralkurve der Station HAINB mit entsprechender Resonanzfrequenz von ca. 6 Hz (Log-Log-Diagramm). Abb.: HLNUG

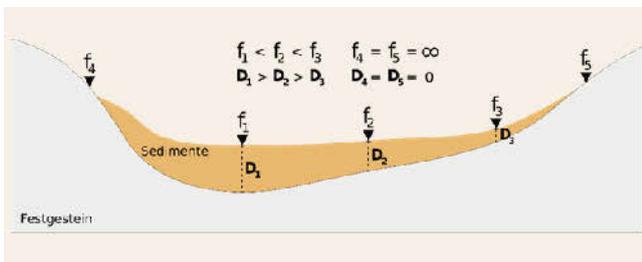


Bild 9. Schematisches Modell für einen einfachen Zusammenhang zwischen der Dicke D einer auf Festgestein liegenden Sedimentschicht und einer daraus resultierenden lokalen Resonanzfrequenz f . Abb.: HLNUG

sehr gut durch eine Resonanz von Rayleigh-Wellen bei einem 1D-Zweischichtmodell erklärt werden können und die im gesamten Untersuchungsgebiet ermittelten Resonanzfrequenzen im Wertebereich eines geophysikalisch realistischen Untergrundmodells liegen. Die Variation der S-Wellen-Geschwindigkeiten zwischen den Stationen ist im Rahmen der natürlich vorkommenden Schwankungen dieses Parameters gering. Zudem kann die Erhöhung dieses Wertes im städtischen Nieder-Ramstadt durch die dichtere Bebauung und damit höhere Auflast erklärt werden.

Die bei der Untersuchung der Teilgebiete innerhalb des Gebiets OW aufgetretene deutliche Korrelation von lokaler Topographie (Höhe der Messpunkte) und den ermittelten Resonanzfrequenzen, kann in erster Näherung mittels eines stark vereinfachten Untergrundmodells erklärt werden (Bild 9). Unter den Annahmen, dass einerseits Sedimente langfristig in Talstrukturen und an Hanglagen abgelagert wurden und die Mächtigkeit der abgelagerten Sedimente jeweils von der Talmitte zum Talrand beziehungsweise hangaufwärts abnehmen und andererseits die lokale Untergrundstruktur hinreichend horizontal geschichtet verläuft, erwartet man in gleicher Richtung tatsächlich eine entsprechende Zunahme der gemessenen Resonanzfrequenz. Für Messungen auf anstehendem Festgestein sind keine Resonanzeffekte zu erwarten.

Mit den durchgeführten Untersuchungen in der Region Odenwald konnten damit Hinweise auf einen direkten Zusammenhang zwischen der Struktur des lokalen Untergrunds und den Schadensmeldungen aufgezeigt werden. Um dies noch detaillierter bestimmen zu können, wären weiterführende, jedoch auch weit aufwendigere Untersuchungen (z.B. Bohrungen und/oder Seismik) notwendig. Nach der lokalen geologischen Karte ist der flache Untergrund des Siedlungsbereichs in der Ortschaft Nieder-Beerbach durch Sedimentauflagen in einer Talstruktur charakterisiert.

Die Interpretation der im Rahmen dieser Studie ermittelten H/V-Spektralverhältnisse könnte eine Erklärung für das gehäufte Auftreten von Gebäudeschäden in Nieder-Beerbach mithilfe eines einfachen Modells für die Struktur des lokalen Untergrunds im Zusammenhang mit charakteristischen Resonanzfrequenzen der vorliegenden Bebauungsstruktur (Einfamilienhäuser) liefern.

5.2 Region Ober-Ramstadt (OR)

Die Anzahl der Schadensmeldungen beziehungsweise gespürten Erdbebenmeldungen im Stadtgebiet von Ober-Ramstadt ist im Vergleich zur Gesamtbevölkerungszahl und den Meldungen zum Beispiel aus Nieder-Beerbach sehr gering (Bild 2). Dementsprechend wurde versucht, einen möglichen systematischen Unterschied zwischen den Bodenresonanzfrequenzen dieser Teilgebiete festzustellen. Messungen wurden entlang zweier hauptsächlich N-S ausgerichteter Profile durchgeführt (Bild 3, korallenrote Kreise). Nach Bild 3 ist der Untergrund von quartären Ablagerungen (Lockergesteine) dominiert, lediglich die zwei südlichsten Stationen des östlichen Profils befinden sich auf metamorphen Festgestein. Die daraus resultierende zu erwartende vorwiegend homogene Verteilung von H/V-Spektralkurven wird durch die gemessenen Daten bestätigt. Im Gegensatz zum Teilgebiet Nieder-Beerbach lassen sich im Intervall von 5 Hz bis 10 Hz nur vereinzelt deutliche Resonanzen beobachten, sodass allein aufgrund der Auswertung dieses Datensatzes keine flächendeckenden Verstärkungen lokaler seismischer Signale zu erwarten wäre.

Vergleichbar mit dem Teilgebiet Nieder-Beerbach wurde im benachbarten Tal (Teilgebiet Modau, Bild 3, orangene Kreise) entlang eines von Nord nach Süd verlaufenden Profils gemessen. Alle Stationen weisen ein deutliches Maximum der H/V-Spektralverhältnisse auf, die Charakteristika der Spektralkurven unterscheiden sich nur geringfügig voneinander (Bild 10). Die durchschnittliche Resonanzfrequenz entlang des Talverlaufs beträgt $4,6 \pm 0,6$ Hz. Dieser Wert ist geringer als in Nieder-Beerbach und liegt am unteren Rand des für die Gefährdung von Wohnhäusern relevanten Intervalls. Dies könnte eine Erklärung für die im Vergleich zum Teilgebiet Nieder-Beerbach geringe Anzahl vorliegender Spürbarkeits- und Schadensmeldungen sein.

Innerhalb des Gebietes der Stadt Reinheim (Bild 3, lila Kreise) befinden sich alle Messpunkte auf quartären Sedimenten (Lockergesteine). Die Kurven der H/V-Spektralverhältnisse sind alle sehr ähnlich und weisen ein leicht verbreitertes aber deutliches Maximum auf (Bild 11). Der Wert der Resonanzfrequenz ist im Mittel $2,7 \pm 0,5$ Hz. Nach Gleichung (1) und den ermittelten seismischen

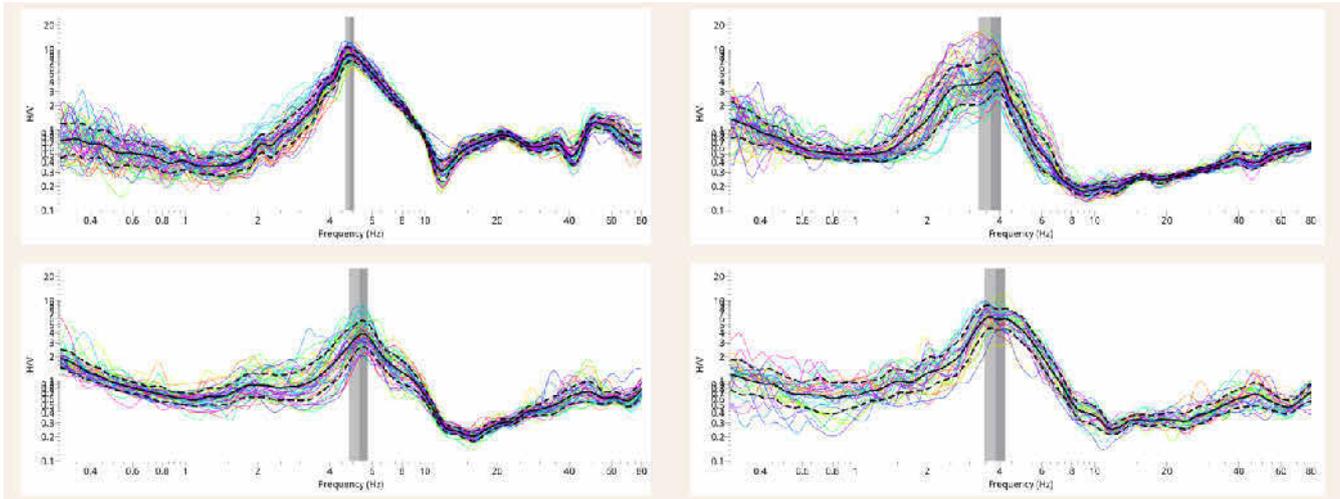


Bild 10. Beispiele für H/V-Spektralverhältnis-Kurven des Teilgebietes Modau, dargestellt als Log-Log-Diagramme. Abb.: HLNUG

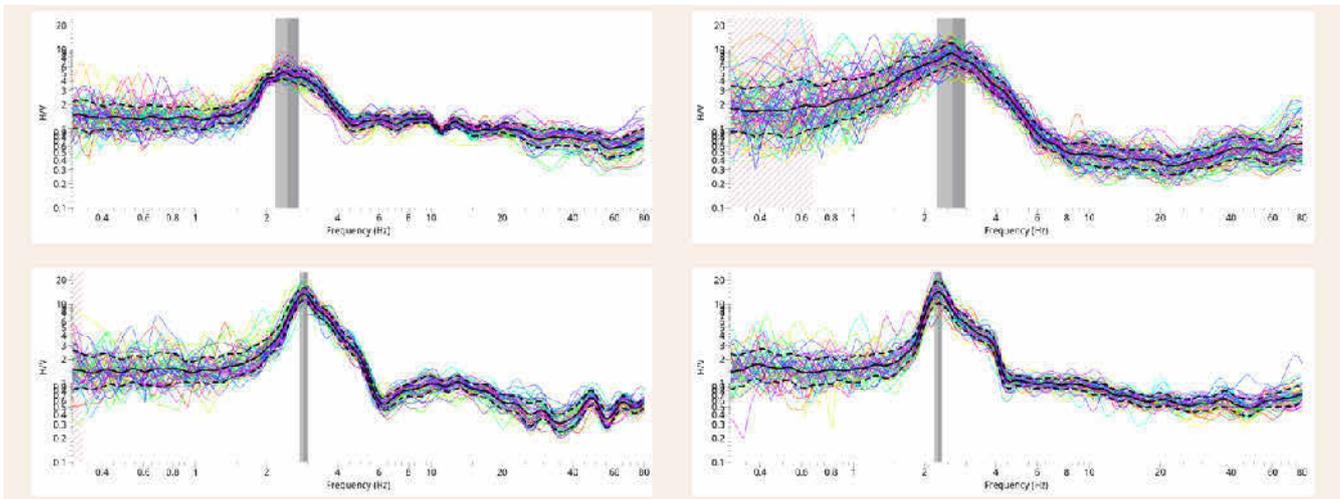


Bild 11. Beispiele für H/V-Spektralverhältnis-Kurven im Stadtgebiet von Reinheim, dargestellt als Log-Log-Diagramme. Abb.: HLNUG

mischen Geschwindigkeiten der lokalen oberflächennahen Schicht(en) kann daraus die Tiefe der dominierenden aufliegenden Sedimentschicht auf etwa 10 m bis 20 m abgeschätzt werden. Das flächendeckende Auftreten deutlicher Verstärkungswerte in einem engen Frequenzintervall könnte das Vorliegen mehrerer Spürbarkeitsmeldungen erklären. Die Tatsache, dass die Resonanzfrequenzen systematisch niedriger sind als im Gebiet Nieder-Beerbach könnte wiederum als Erklärung für eine insgesamt vergleichsweise niedrigere Anzahl registrierter Spürbarkeitsmeldungen und fehlende Schadensmeldungen herangezogen werden.

Innerhalb der weiteren untersuchten Teilgebiete im Gebiet OR konnten keine signifikanten systematischen Resonanzfrequenzen ermittelt werden. Dies kann durch fehlende Spürbarkeits- und Schadensmeldungen in diesem Bereich bestätigt werden.

5.3 Region Arheilgen (AH)

Die Charakteristik der H/V-Spektralverhältnis-Kurven innerhalb des Messgebiets AH ist sehr heterogen (Bild 12). Es können systematisch keine eindeutigen Maxima erkannt werden. Viele der H/V-Spektralverhältnis-Kurven zeigen einen „plateau-“ oder „stufen-“artigen Verlauf (rechtsseitiger Abfall bzw. Abnahme der

Werte nur hin zu höheren Frequenzen). Diese Charakteristik kann auf das Vorhandensein einer 2D-Untergrundstruktur hindeuten.

Im Vergleich mit anderen Gebieten, insbesondere dem Teilgebiet Nieder-Beerbach, lassen sich keine direkten Korrelationen zwischen dem Anstieg der Geländeoberfläche und den beobachteten Resonanzfrequenzen bestimmen. Arheilgen liegt bereits im Oberrheingraben. Die Untergrundstruktur ist somit von deutlich mächtigeren Sedimentauflagen dominiert (Lockergesteine) als in den anderen Untersuchungsgebieten. Das Heranziehen lokaler Bohrprofile bestätigte das Vorliegen bezüglich der H/V-Methode signifikanter Mächtigkeiten der Sedimentschichten, welche über die Borhlochentiefe hinausreichen. Somit ergeben sich keine weiteren direkten Informationen bezüglich potenzieller Übergänge zum Festgestein und daraus möglicherweise resultierenden Resonanzen.

Eine Mehrzahl der identifizierten Resonanzfrequenzen liegt in einem Bereich unter 4 Hz. Nur vereinzelt und vor allem außerhalb der bebauten Strukturen von Arheilgen lassen sich Resonanzen im Frequenzintervall von 5 Hz bis 10 Hz identifizieren. Dies ist ein Hinweis darauf, dass die vergleichsweise geringe Anzahl von Schadensmeldungen beziehungsweise gespürten Erdbeben-

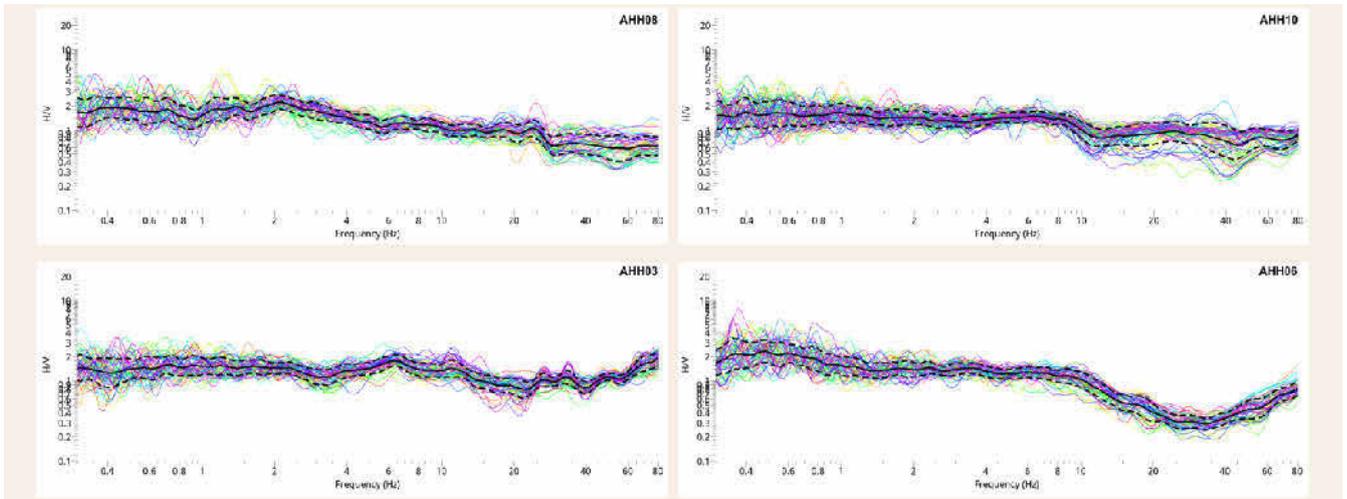


Bild 12. Beispiele für H/V-Spektralverhältnis-Kurven des Gebietes AH, dargestellt als Log-Log-Diagramme. Abb.: HLNUG

meldungen im Rahmen lokaler seismischer Ereignisse im Gebiet AH nördlich von Darmstadt durch die Strukturen des Untergrundes erklärbar sind. Trotz durchgängig vorhandener mächtiger Sedimentschichten in diesem Gebiet gibt es keine Hinweise, dass seismische Signale in dem für Wohnhäuser relevanten Frequenzbereich verstärkt werden könnten. Unter der Annahme, dass die Größenordnung der für das Gebiet Ober-Ramstadt bestimmten seismischen Geschwindigkeiten der obersten Bodenschichten auch für das Gebiet Arheilgen repräsentativ ist, kann abgeleitet werden, dass nach Gleichung (1) Resonanzfrequenzen unter 1 Hz zu erwarten sind. Solche Frequenzen werden von lokalen seismischen Ereignissen nicht in ausreichender Stärke abgestrahlt, als dass es zu einer relevanten Signalverstärkung und dadurch spürbaren Erschütterungen an der Oberfläche kommen könnte. Damit konnte eine geologische Erklärung gefunden werden, warum lokale seismische Ereignisse in der Gegend um Arheilgen weniger zu spüren waren als am Rande des nördlichen Odenwaldes.

6 Schlussfolgerung

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Interpretation von H/V-Spektralverhältnissen einen wichtigen Einblick in die Verteilung potenzieller lokaler Verstärkungen von Bodenbewegungen, die durch unverfestigte Sedimentschichten verursacht werden, liefern kann. Jedoch ist das Verfahren auf zu mächtigen Sedimentschichten, wie im Raum Darmstadt/Arheilgen der Fall, nicht robust anwendbar. Durch H/V-Messungen sowie unter Berücksichtigung möglicher lokaler Unterschiede der geologischen Untergrundstruktur konnten Gebiete identifiziert werden, die, bedingt durch eine Verstärkung der seismischen Signale, stärker von seismischen Ereignissen betroffen sind und daher ein höheres seismisches Risiko aufweisen.

Eine flächendeckende Kartierung möglicher Sedimentmächtigkeitsvariationen durch Bohrungen ist praktisch nicht durchführbar. Die H/V-Methode erlaubt, idealerweise in Verbindung mit vereinzelt Flachbohrungen, eine einfache und schnelle, flächendeckende, qualitative Erfassung möglicher Lockersedimentauflagerungen, die zur Verstärkung seismischer Signale führen können.

Die hier dargestellten Untersuchungen und Ergebnisse bieten vielfältige mögliche Anknüpfungspunkte für weitergehende Untersuchungen. Die Auswertung flächendeckender seismischer Messungen könnte zum Beispiel durch einen Vergleich mit den ermittelten Standortfrequenzen zu auf Daten basierenden lokalen Scherwellengeschwindigkeiten führen, die für die weitergehenden Untergrundmodellierungen verwendet werden könnten. Weitergehende seismische Analysen sind erstrebenswert und sollten in Zukunft mit den bereits veröffentlichten [3], [6], [8], [9] und den aus dieser Studie entstandenen Ergebnissen zu einem gesamtgesellschaftlichen Bild zusammengeführt werden.

WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN UND DANKSAGUNG

Weiterführende Informationen können in dem Endbericht zur Studie SEUSH (Spektrale Eigenschaften des Untergrundes in Süd-Hessen) eingesehen werden:

www.hlnug.de/themen/geologie/erdbeben

Die Autoren danken dem Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie für die Finanzierung der Studie und M. Hoffmann für die Unterstützung bei der Abbildungserstellung.

Literatur

- [1] Dèzes, P.; Schmid, S.M.; Ziegler, P.A.: Evolution of the European Cenozoic Rift System: interaction of the Alpine and Pyrenean orogens with their foreland lithosphere. *In: Tectonophysics*, Vol. 389 (2004), Iss. 1-2, pp. 1-33. [DOI 10.1016/j.tecto.2004.06.011].
- [2] Grünthal, G.; Stromeyer, D.; Bosse, C. et al.: The probabilistic seismic hazard assessment of Germany—version 2016, considering the range of epistemic uncertainties and aleatory variability. *In: Bulletin of Earthquake Engineering*, Vol. 16 (2018), Iss. 10, pp 4339-4395. [DOI 10.1007/s10518-018-0315-y].
- [3] Homuth, B.; Rümpker, G.: The 2014–2015 earthquake series in the northern Upper Rhine Graben, Central Europe. *In: Journal of Seismology*, Vol. 21 (2017), Iss. 1, pp. 83-98. [DOI 10.1007/s10950-016-9584-6].



- [4] Meskouris, K.; Hinzen, K.G.; Butenweg, C. et al.: Bauwerke und Erdbeben – Grundlagen – Anwendung – Beispiele. 3. Auflage, Vieweg + Teubner Verlag, Wiesbaden, 2011.
- [5] Field, E.H.; the SCEC Phase III Working Group: Accounting for Site Effects in Probabilistic Seismic Hazard Analyses of Southern California: Overview of the SCEC Phase III Report. In: Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 90 (2000), Iss. 6B, pp. S1–S31. [DOI 10.1785/0120000512].
- [6] Homuth, B.; Rumpker, G.; Deckert, H. et al.: Seismicity of the northern Upper Rhine Graben – Constraints on the present-day stress field from focal mechanisms. In: Tectonophysics, Vol. 632 (2014), pp. 8–20. [DOI 10.1016/j.tecto.2014.05.037].
- [7] Grünthal, G. (Hrsg.): European Macroseismic Scale 1998 (EMS-98). Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie 15, Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, Luxembourg, 1998, 99 p.
- [8] Schwarz, J.; Maiwald, H.; Leipold, M.; et al.: Das Erdbeben vom 17. Mai 2014 in Südhessen – Ingenieuranalyse der Erdbebenschäden. In: Bau-technik 92 (2015), Heft 9,S. 647–659. [DOI 10.1002/bate.201500035].
- [9] Homuth, B.: Hochauflösende Erfassung der Seismizität im nördlichen Oberrheingraben: Schwarmbeben, Spannungsregime und Seismische Gefährdung. Goethe Universität Frankfurt am Main, Dissertation, 2015.
- [10] Aki, K.: Local site effects on strong ground motion. In: Von Thun, J. L. (Hrsg.): Earthquake Engineering and Soil Dynamics I – Recent Advances in Ground Motion Evaluation. Geotech. Special Pub. No. 20, ASCE, New York, NY, 1988, S. 103–155.
- [11] Nogoshi, M.; Igarashi, T.: On the Amplitude Characteristics of Microtremor -Part 2. In: Journal of the Seismological Society of Japan, Vol. 24 (1971), Iss. 1, pp. 26–40. [DOI 10.4294/zisin1948.24.1_26].
- [12] Nakamura, Y.: A method for dynamic characteristics estimation of sub-surface using microtremor on the ground surface. In: Railway Technical Research Institute, Quarterly Reports, Vol. 30 (1989), Iss. 1, pp. 25–30.
- [13] Lane, J.W. Jr.; White, E.A.; Steele, G.V. et al.: Estimation of bedrock depth using the horizontal-to-vertical (H/V) ambient-noise seismic method. In: Symposium on the Application of Geophysics to Engineering and Environmental Problems, April 6–10, 2008, Philadelphia, Pennsylvania. Proceedings: Denver, Colorado, 2008, Environmental and Engineering Geophysical Society, p. 13.
- [14] Fäh, D.; Rüttener, E.; Noack, T. et al.: Microzonation of the city of Basel. In: Journal of Seismology, Vol. 1 (1997), Iss. 1, pp. 87–102.
- [15] Ibs-von Seht, M.; Wohlenberg, J.: Microtremor measurements used to map thickness of soft sediments. In: Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 89 (1999), Iss. 1, pp. 250–259.
- [16] Sushini, K.; Srijayanthi, G.; Solomon Raju, P. et al.: Estimation of sedimentary thickness in the Godavari basin. In: Natural Hazards, Vol. 71 (2014), Iss. 3, pp. 1847–1860. [DOI 10.1007/s11069-013-0977-3].
- [17] Bonnefoy-Claudet, S.; Cornou, C.; Bard, P.Y. et al.: H/V ratio: a tool for site effects evaluation. Results from 1-D noise simulations. In: Geophysical Journal International, Vol. 167 (2006), Iss. 2, pp. 827–837 (2006). [DOI 10.1111/j.1365-246X.2006.03154.x].
- [18] Tallini, M.; Durante, F.; Macerola, L. et al.: Comparison between shallow geology, resonance frequency and buildings damage due to the April 6, 2009 Mw 6.1 and the February 2, 1703 Mw 6.7 earthquakes at L'Aquila historical downtown. In: 35th Annual Convention of the GNGTS (Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida), 22–24 November 2016, Lecce, Italia, 2016.
- [19] Kobranova, V.N.: Petrophysics. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg, 1989.
- [20] Studer, J.A.; Laue, J.; Koller, M.G.: Bodendynamik – Grundlagen, Kennziffern, Probleme und Lösungsansätze. 3. Auflage, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg, 2007.

**Dr. Benjamin Homuth**

Benjamin.Homuth@hlnug.hessen.de

Hessischer Erdbebendienst
Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
Rheingaustraße 186, 65203 Wiesbaden
Tel.: 0611 6939 303; Fax: 0611 6939 555

Abb.: Dr. Benjamin Homuth (HLNUG)

Dr. Lars Krieger

krieger@igem-energie.de

Dr. Hagen Deckert

deckert@igem-energie.de

Institut für geothermisches Ressourcenmanagement
Berlinstraße 107a, 55411 Bingen

Neues CAS in Erdbebenüberprüfung und -ertüchtigung

Im Herbstsemester 2021 startet das neue CAS (Certificate of Advanced Studies) in Erdbebenüberprüfung und Erdbebenertüchtigung der ETH Zürich. Das CAS-Programm vermittelt relevantes Wissen und strategisches Denken in:

- Erdbebenüberprüfung und Erdbebenertüchtigung von bestehenden Tragwerken,
- Finite-Elemente-Modellierung von Tragwerken,
- Erdbebengerechtem Entwurf von neuen Tragwerken.

Trägerin des neuen CAS-Programms ist die Professur in Tragwerksdynamik und Erdbebeningenieurwesen der ETH Zürich. Im Vordergrund stehen die Ermittlung optimaler Modellierungsstrategien, Analysemethoden und praktische Problemlösungsansätze. Die in Lehrveranstaltungen vermittelten Kenntnisse werden mit Praxisbeispielen von bestehenden Tragwerken in der Schweiz, Gruppenarbeiten, Selbststudium, schriftlichen Einzelarbeiten und Baustellenbesichtigungen ergänzt.

Das CAS richtet sich an Personen mit Hochschulabschluss und qualifizierter Berufspraxis sowie an Leiterinnen und Leiter interdisziplinärer Projekte mit entsprechendem Wissen. Absolventinnen und Absolventen sind fähig, führende Aufgaben in folgenden Bereichen zu übernehmen: Modellierung des dynamischen und

seismischen Verhaltens von neuen und bestehenden Tragwerken, Planung und Beratung in der Erdbebenbemessung von neuen Tragwerken, der Erdbebenüberprüfung und der Erdbebenertüchtigung von bestehenden Tragwerken bei der öffentlichen Hand und privaten Büros.

- Programmdelegierter: Prof. Dr. Bozidar Stojadinovic
 - Stellvertretende Programmdelegierte: Prof. Dr. Eleni Chatzi
 - Programmkoordinator: Dr. Anastasios Tsiavos
- www.cas-erdbebenueberpruefung.ethz.ch

ANMELDUNG ZUM CAS-PROGRAMM

Anmeldefrist bis 14.06.2021

Online Anmeldung

<https://sce.ethz.ch/bewerbung/anmeldung.html>

Bewerbungsunterlagen

<https://sce.ethz.ch/bewerbung/bewerbungsunterlagen-das-cas.html>

Intensitäts- und magnitudenorientierter Erdbebenkatalog für deutsche und angrenzende Gebiete EK DAG – erweiterter Ahorner-Katalog

J. Schwarz, S. Beinersdorf, H. Meidow

ZUSAMMENFASSUNG Der Geologe und Seismologe Prof. Dr. Ludwig Ahorner (1930–2007) leitete insgesamt 35 Jahre lang (bis 1995) die Erdbebenstation Bensberg und die spätere Abteilung für Erdbebengeologie am Geologischen Institut der Universität zu Köln. Nicht zuletzt mit der systematischen Aufbereitung der historischen und aktuellen Erdbeben-Basisdaten und ihrer kontinuierlichen Pflege in Form eines magnitudenorientierten Erdbebenkatalogs hat Ahorner für das Erdbebeningenieurwesen und in konkreten Anwendungsaufgaben verdienstvoll bleibende Anerkennung erworben. Nach mehrjährigen (in der Anfangsphase von Ahorner noch begleiteten) Forschungsarbeiten und in Zwischenversionen vorgelegten Überarbeitungen wird der „Ahornerkatalog“ in umfangreicher Erweiterung für die Erdbeben in deutschen und im 50 km Randbereich angrenzenden Gebieten im Zeitfenster der Jahre 880 bis 2013 als Buch herausgegeben.

Mit der Zielstellung, den von Prof. Dr. Ludwig Ahorner erstellten Katalog in einer aktualisierten und erweiterten Form einer breiteren Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen, konnte Prof. Ahorner gewonnen werden, an der Herausgabe seines Kataloges unter Einbeziehung und Spiegelung anderer fortgeschrittener Katalogarbeiten mitzuwirken. Nun konnte der „Ahornerkatalog“ in umfangreicher Erweiterung für die Erdbeben in deutschen und im 50 km Randbereich angrenzenden Gebieten im Zeitfenster der Jahre 880 bis 2013 als Buch [1] herausgegeben werden, **Bild 1**.

Als Ausgangspunkt der ersten Version des Kataloges dienen hauptsächlich die Datensätze der Erdbebenkataloge von Ahorner [2], Grünthal und Wahlström [3] sowie Leydecker [4]. Mit der ersten Version des Kataloges EK DAG wurde begonnen, die Basisdaten anderer Kataloge aufzubereiten. Die Zielsetzung des Katalogs war es nicht, sich von anderen Arbeiten abzugrenzen, sondern diese aufzunehmen und in den wesentlichen Bewertungen zu spiegeln beziehungsweise zu harmonisieren. Die Basisdaten von Ahorner sollten hierbei übernommen werden und sind nur in ausgewählten Fällen modifiziert worden. Die von Ahorner ermittelte Lokalbebenmagnitude M_L wurde beibehalten. Mit der fortschreitenden Bearbeitung wurden die Überarbeitungen der Erdbebenkataloge, welche im Deutschland und Mitteleuropa Anwendung finden, ebenfalls berücksichtigt.

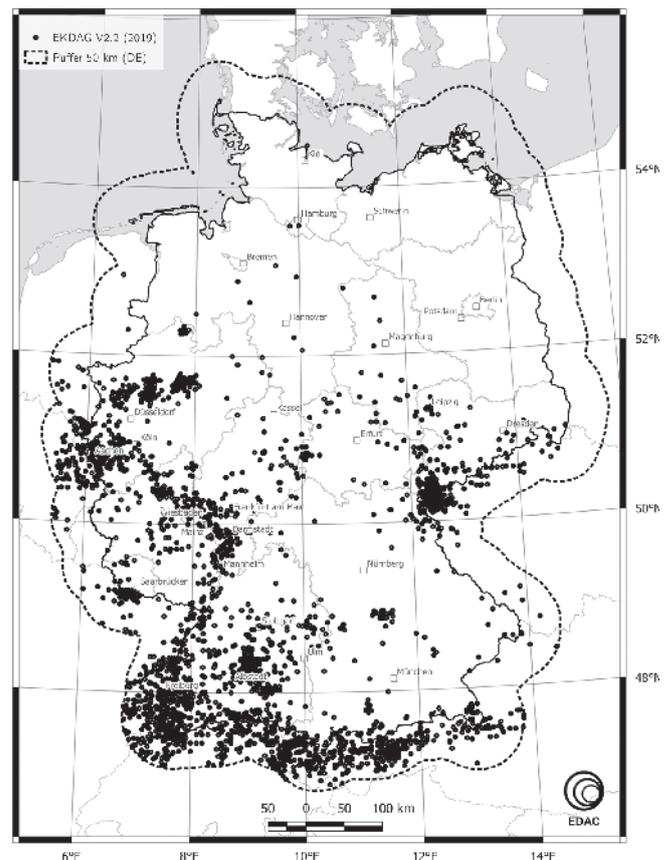


Bild 1. Seismische Ereignisse für den Zeitraum von 800 bis 2013
Abb.: nach [1]

1 Struktur und Inhalt

Der Katalog ist in drei Teilen aufbereitet (**Bild 2**). Teil A erläutert die Datengrundlage, die Bearbeitungskonzeption und gibt hier chronologisch geordnet Auskunft über die Überarbeitung des Ahorner-Kataloges [2] sowie zu den vorgenommenen Ergänzungen und Konversionsbeziehungen zwischen den Stärke- und Herdparametern. Teil B enthält in Form der Ereignis- und Parameterlistung den eigentlichen Katalogteil. Er umfasst neben den im ursprünglichen Datensatz von Ahorner umfassend komplettierten Lokalmagnituden M_L auch die Momentenmagnitude M_W , den konkreten Bezug zu ihrer Bestimmung sowie Angaben zu den Streubreiten. Es wird ein Zeitraum von 880 bis 2013 abgedeckt. In Teil C werden die Schüttergebietskarten der maßgeblichen historischen Erdbeben (**Bild 3** und **Bild 4**) in vektorisier-



Bild 2. Struktur des Erdbebenkataloges EK DAG Abb.: [1]

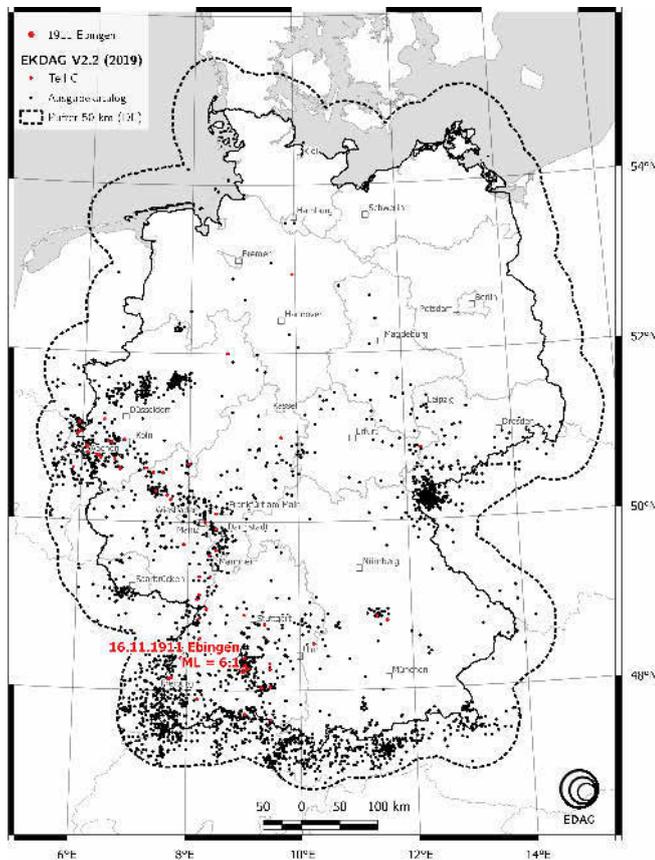


Bild 3. Seismische Ereignisse für den Zeitraum von 800 bis 2013; Kennzeichnung der in Teil C enthaltenen Erdbeben; gesonderte Kennzeichnung des stärksten tektonischen Ereignisses im Erdbebenkatalog: 1911 Ebdingen mit einer Lokalbebenmagnitude M_L 6.1 Abb.: nach [1]

ten Datensätzen reproduziert und im GIS-Format aufbereitet. Die makroseismischen Befunde werden nach der Europäischen Makroseismischen Skala 1998 (EMS-98) einheitlich neu bewertet („3 Reinterpretation und Neubewertung“).

2 Gefährdungsrelevante Kenngrößen und Korrelationen zwischen den Erdbebenstärke-Parametern

Der Katalog EK DAG beinhaltet tektonische Erdbeben aus Deutschland und angrenzenden Gebieten. Unter „angrenzend“ ist ein 50 km breiter Gebietsstreifen jenseits der Landesgrenze zu verstehen. Bergbauliche Ereignisse, Sprengungen oder ähnliches sind nicht erfasst. Entsprechende induzierte Ereignisse werden jedoch in der vom Zentrum für die Ingenieuranalyse von Erdbebenschäden (EDAC) an der Bauhaus-Universität Weimar gepflegten Datenbank geführt.

Der Ahorner-Katalog, nachfolgend der Katalog EK DAG, stellen den Ausgangspunkt für viele Deterministische (DSGA) und Probabilistischen Seismische Gefährdungsanalysen (PSGA) von Kernkraftwerkstandorten in Deutschland dar. Für die auf seiner Basis durchgeführten Gefährdungsberechnungen ist und war vor allem die Vollständigkeit hinsichtlich der Lokalmagnituden M_L (Ahner, 1996) sowie der im Zuge der Aktualisierung hinzugekommenen Momentenmagnituden M_W , der konkrete Bezug zu ihrer Bestimmung sowie Angaben zu den Streubreiten von großer Wichtigkeit. Die im Katalog aufgeführten Erdbebenparameter orientieren sich an den grundlegenden Anforderungen hinsichtlich probabilistischer und deterministischer Untersuchungen sowie ingenieurpraktischer Anwendungen.

Im Katalog EK DAG wird zudem großer Wert daraufgelegt, für jeden Magnitudeneintrag M_W die Bestimmungsgrundlage anzugeben (Spalte „Referenz“). Die zur Festlegung der Magnituden aus dem Katalog selbst abgeleiteten Bestimmungsgleichungen werden ebenfalls unter dem Verweis „Referenz“ genannt. Die zugrunde

liegenden Regressionen werden im Teil A des Erdbebenkataloges näher beschrieben.

Korrelationen zwischen den Erdbebenstärke-Parametern nach EKDAG (Teil A), unter anderem zwischen Lokalbebenmagnitude und Epizentralintensität I_0 , ermöglichen eine Einordnung und Plausibilitätskontrolle der durch die seismischen Gefährdungsanalysen ermittelten, maßgeblichen Erdbebenstärke-Parameter.

Ein weiterer wesentlicher Schwerpunkt in der Endphase der Bearbeitung des Erdbebenkataloges bestand in der Bestimmung der Magnituden-Streubreite der instrumentellen Lokalbebenmagnituden und der mittels der digitalisierten Schütterkarten ermittelten makroseismischen Momentenmagnituden. Mithilfe dieser können differenzierte Annahmen für die Streuung der entsprechenden Magnituden in Abhängigkeit von den jeweiligen Kenngrößen getroffen werden.

3 Reinterpretationen und Neubewertungen

Von Ahorner et al. (2006) [5] wird die Konzeption des Kataloges EKDAG vorgestellt, der neben den herkömmlichen Einträgen zu den Stärkeparametern insbesondere die für Ingenieuranwendungen wesentlichen Hintergrundinformationen bereitstellen soll. Der mit [1] erreichte Bearbeitungsstand ist durch die Herausarbeitung der stärksten, bei den historischen Beben verursachten, Schäden gekennzeichnet. Durch Transformation der Schadensbeschreibungen historischer Erdbeben in beobachtete Schadensgrade hebt sich der Katalog qualitativ von anderen Erdbebenkatalogen ab, [6], [7], Bild 4.

Eine Vielzahl für deutsche Erdbebengebiete relevante historischer Erdbeben (Bild 3) sind in Teil C des Erdbebenkataloges enthalten; die im GIS-Format neu aufbereiteten Schüttergebietskarten und ihrer makroseismischen Befunde stehen digital zur Verfügung. Sie werden zum Teil im Epizentralbereich (insbesondere bei den stärkeren Beben) nochmals vergrößert dargestellt. Die maximalen Schütterwirkungen werden einheitlich nach der EMS-98 mittels einer substrukturierten, datenbanktauglichen Vorgehensweise klassifiziert und die jeweils zutreffenden Intensitätsdeskriptoren hervorgehoben; die Originalquellen werden zitiert (Beispiel in Bild 5). Es erfolgt keine Quellenkritik im Sinne der Betrachtung durch Historiker, sondern die Bewertung der verfügbaren Quellen hinsichtlich der Deskriptoren der EMS-98 [8]. Die digitalisierten makroseismischen Befunde können anhand der Karten koordinatengetreu nachvollzogen werden.

Die EMS-Intensitäten stimmen wegen der vergleichbaren Bewertung der Hauptbauweisen in der Mehrzahl der Fälle mit früheren Intensitäten überein. Vorgenommene Neubewertungen historischer Erdbeben beziehungsweise die Reinterpretationen der vorliegenden historischen Befunde zu ausgewählten Starkbeben (wie z. B. des Bebens von Ebingen 1911, Bild 5) erfolgen ausschließlich auf der Basis dieser makroseismischen Skala. Die somit in deutschen Erdbebengebieten vorliegenden Beobachtungen (nicht zuletzt zu den bauwerksbezogenen Schadensgraden) stehen in einer Datenbank koordinatengetreu zur Verfügung und können bei ingenieurtechnischen beziehungsweise Planungsentscheidungen Berücksichtigung finden.

4 Schadensbetrachtungen

Bereits zum gegenwärtigen Zeitpunkt stehen die georeferenzierten makroseismischen Befunde zur Verfügung und ermögli-

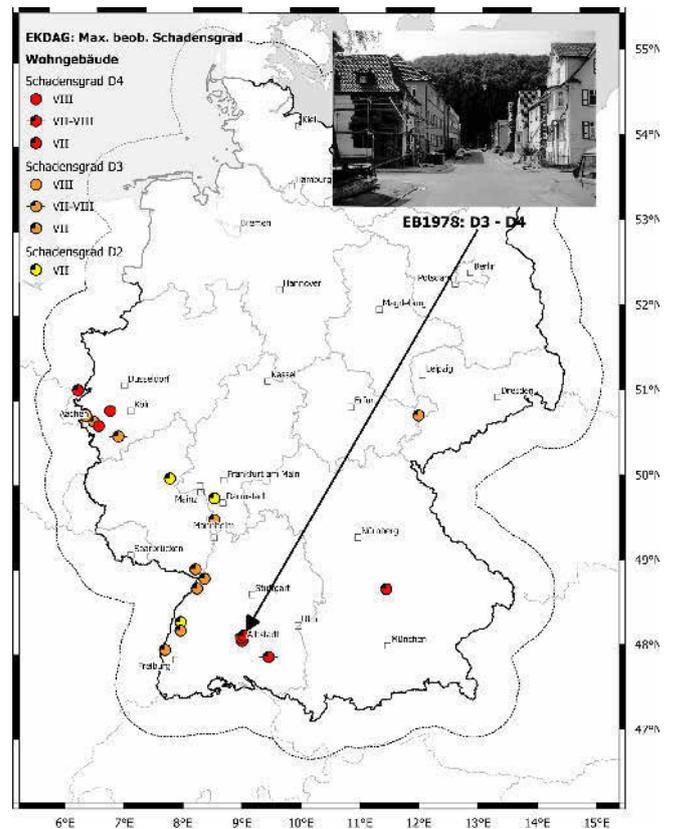


Bild 4. Maximale beobachtete Schadensgrade der in Teil C nach EMS-98 bewerteten Erdbeben nach [7] Abb.: Schadensfoto nach [12]

ID 866: EB 1911-11-16 21h25m

Ebingen



Menschen	Objekte und Natur	Schäden
VIIIa ₁	VIIIb ₁ VIIIb ₂ VIIIb ₃	VIIIc ₁ VIIIc ₂ VIIIc ₃ VIIIc ₄

Balingen Eine Reihe von Stößen in kurzen Abständen, davon der erste der kraftigste, 8 Sek. - Zerbrechen von vielen Gegenständen. Die elektrischen Drähte schwebten heftig und berührten sich, so dass jedesmal das Licht erlosch. Zwei Drittel aller Gebäude wurde beschädigt durch Risse in den Mauern, Einsturz der Kamine und Zerstörungen der Dächer, wodurch ein Gesamtschaden von 226000 Mark entstand. - Starkes unterirdisches Getöse. - Im Nordosten Lichterscheinung nach Art der Morgenröte, ca. 2 km entfernt, erhobte das ganze Gebäude, in der Nähe der Erscheinung keine Starkstromleitung. Quelle: [Siel] 8

Bild 5. Auszug einer zeitgenössischen Quelle aus Teil C des Erdbebenkataloges für das Mitteleuropäische Erdbeben vom 16.11.1911 Abb.: [1]

chen die Identifikation möglicher standortbedingter Besonderheiten in den lokalen Intensitätsfeldern und die Prüfung von Korrekturintensitäten für die relativen Intensitätsabweichungen.

Diesem Thema hat sich bereits Ahorner verbunden gefühlt [9] und wurde unter anderem in [7], [10] aufgegriffen.

Stellt man sich die Frage, welche Schäden durch die in EKDAG erfassten Erdbeben tatsächlich implementiert sind und transformiert man diese Informationen in Schadensgrade, ergibt sich folgendes Bild bei ausschließlicher Betrachtung der maximalen Schütterwirkungen (Bild 4). Diese Erfahrungswerte könnten bei der Einführung verhaltensbasierter Auslegungsziele stärkere Beachtung finden. Aus allen im Teil C des Erdbebenkataloges aufbereiteten Schütterkarten der relevanten Starkbeben werden die maximalen Effekte gefiltert, die sich nach dem Arrangement makroseismischer Skalen (hier: EMS-98) auf das Verhalten von (a) Personen, (b) Objekten und Natur und (c) Schäden an Bauwerken konzentrieren (Bild 5 und Tabelle 1). Die Beschreibung der Deskriptoren der EMS-98 sowie die festgelegte Untergliederung



Tabelle 1. Intensität VIII: Heavily damaging (Schwere Gebäudeschäden) (nach [1]), Beschreibung der Schadensgrade in **Tabelle 2**

Effekte auf	Intensitätsdeskriptoren der EMS-98	
(a) Menschen	VIIIa ₁	Viele haben Schwierigkeiten zu stehen, sogar draußen.
(b) Objekte und Natur	VIIIb ₁	Möbel stürzen um. Objekte wie Fernseher, Schreibmaschinen fallen zu Boden.
	VIIIb ₂	Grabsteine werden verrückt, verdreht oder umgestürzt.
	VIIIb ₃	Wellen sind auf sehr weichem Boden sichtbar.
(c) Bauwerken	VIIIc ₁	Viele Gebäude der Verletzbarkeitsklasse A zeigen Schadensgrad D4, wenige Schadensgrad D5.
	VIIIc ₂	Viele Gebäude der Verletzbarkeitsklasse B zeigen Schadensgrad D3, wenige Schadensgrad D4.
	VIIIc ₃	Viele Gebäude der Verletzbarkeitsklasse C zeigen Schadensgrad D2, wenige Schadensgrad D3.
	VIIIc ₄	Wenige Gebäude der Verletzbarkeitsklasse D zeigen Schadensgrad D2.

können [1] entnommen werden. Wie die maximal beobachteten Schadensgrade zeigen, sind in deutschen Erdbebengebieten an allgemeinen Hochbauten keine Einstürze (entspricht Schadensgrad – „Damage Grade“ D5, **Tabelle 2**) zu verzeichnen.

5 Ausblick und Weiterentwicklung

Nach mehrjähriger Bearbeitung, im Ergebnis umfangreichen Forschungsarbeiten und mehrerer, in Zwischenständen vorgelegter Versionen, liegt der „Ahorner-Katalog“ nun als Buchfassung [1] vor. Er kann beim Bauhaus-Universitätsverlag bestellt werden (ISBN: 978-3-95773-276-7).

Jedoch sind hiermit die Arbeiten am Katalog nicht abgeschlossen. Es besteht weiterhin der Bedarf, Magnitudenbestimmungen historischer Ereignisse zu überprüfen und aktuelle Ereignisse einzupflegen, sich eingehend mit schadensrelevanten Erdbeben zu beschäftigen und die umfangreiche Datenbank mit nach EMS-98 bewerteten makroseismischen Beobachtungen wissenschaftlich zu nutzen und zu erweitern. Vor allem hinsichtlich des Forschungsthemas des verhaltensbasierten Designs kann das Wissen der in der Vergangenheit aufgetretenen Schädigungen vor allem an allgemeinen Wohnbauten einen großen Beitrag leisten.

Der Erdbebenkatalog bietet weiterhin in der vorliegenden Form die Grundlage für weiterführende Forschungsarbeiten insbesondere auf dem Gebiet der probabilistischen Gefährdungsanalyse. Dies betrifft die Methodenentwicklung ebenso wie die Klä-

Tabelle 2. Definition der Schadensgrade in der EMS-98 für Mauerwerksbauten nach [8] und Beispiele für Schäden an Wohngebäuden 1978 in Albstadt [11], Beispiele nach [13]

Di	Schäden an Bauwerk und nichttragenden Bauteilen	Schema	Beispiel
D0	unbeschädigt		
D1	vernachlässigbar bis gering Haarrisse in wenigen Wänden, kleine Putzablösungen; vereinzelt Herabfallen von losen Ziegeln von oberen Gebäudebereichen		
D2	moderat Risse in vielen Wänden, größere Putzablösungen, Teileinstürze von Schornsteinen		
D3	stark bis schwer Große, ausgedehnte Risse in den meisten Wänden Verrutschen von Dachziegeln, Schornsteinversagen in der Dachebene; Kollaps nichttragender Bauteile (Trennwände, Giebelwände)		
D4	sehr schwer Versagen tragender Wände Teilweise Versagen von Dacheindeckung und Decken		
D5	Zerstörung Teilweises Versagen bis zum totalen Einsturz der Konstruktion		

zung der Zusammenhänge zwischen den Bemessungsbeben und zugehörigen ingenieurseismologischen Kenngrößen, die sich nach probabilistischer und deterministischer Vorgehensweise standortkonkret ermitteln lassen. Nicht zuletzt besteht der Anspruch darin, auch in den Regelwerken plausible Kenngrößen unter Berücksichtigung der Besonderheiten deutscher Erdbebengebiete begründen zu können.

Literatur

- [1] Schwarz, J.; Beinersdorf, S.; Meidow, H.: Magnitudenorientierter Erdbebenkatalog für deutsche und angrenzende Gebiete – EK DAG. Bauhaus-Universität Weimar, Fakultät Bauingenieurwesen, Zentrum für die Ingenieuranalyse von Erdbebenschäden (Erdbebenzentrum) am Institut für Konstruktiven Ingenieurbau Hrsg. Weimar, Bauhaus-Universitätverlag als Imprint von arts + science weimar GmbH, (2019).
- [2] Ahorner, L.: Erdbebenkatalog. (Data File – unveröffentlicht, fortgeführt bis Dez. 1999, 2003 übergeben zur weiteren Bearbeitung), 1996.
- [3] Grünthal, G.; Wahlström, R. (2003): An M_w based earthquake Catalogue for central, northern and northwestern Europe using a hierarchy of magnitude conversions. In: Journal of Seismology volume, Vol- 7 (2003). Iss. 4, pp. 507–532. [DOI 10.1023/B:JOSE.0000005715.87363.13].
- [4] Leydecker, G.: Erdbebenkatalog für die Bundesrepublik Deutschland mit Randgebieten für die Jahre 800 – 2003. Hannover. (Data File, Stand 17.04.2003), 2004.
- [5] Ahorner, L.; Amstein, S.; Golbs, C. et al.: An earthquake catalogue for Germany and adjacent areas considering engineering demands. In: 1st Eur. Conf. Earthq. Eng. Seismol. 3–8 Sept. 2006. Geneva, 2006.
- [6] Beinersdorf, S.; Schwarz, J.; Meidow, H.: Ingenieurorientierter Erdbebenkatalog für deutsche und angrenzende Gebiete (EK-DAG). In: 13 –CH Tag. Erdbebeningenieurwesen Baudynamik Wien Österr. 29–30 August 2013. Wien, (No. 338), 2013.
- [7] Beinersdorf, S.: Intensitätsbasierte Bewertung der Verletzbarkeit allgemeiner Hochbauten in deutschen Erdbebengebieten. Weimar, Bauhaus-Universität, Univ.-Verl. Schriftenreihe des Institutes für Konstruktiven Ingenieurbau, Heft 029., Dissertation, 2016.
- [8] Grünthal, G.; Musson, R.M.W.; Schwarz, J. et al.: European Macroseismic Scale 1998. G. Grünthal Hrsg. Luxembourg. Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie 15, 1998.
- [9] Schwarz, J.; Meidow, H.: Bemerkungen zu ausgewählten Arbeiten von Ludwig Ahorner. In: Bauingenieur 83 (2008), Heft 3, S. S2-S8.
- [10] Beinersdorf, S.; Schwarz, J.: Reinterpretation der Schütterwirkungen des „Mitteleuropäischen Erdbebens“ vom 16. November 1911. In: C. Könke (Hrsg.): 12 –CH Tag. – Erdbeben Baudynamik Hann. Dtschl. 15–16 Sept. 2011. Hannover, S. 1–12, 2011.
- [11] Schwarz, J.; Langhammer, T.; Kaufmann, C.: Quantifizierung der Schadenspotentiale infolge Erdbeben – Teil 1: Rekonstruktion des Bebens in der Schwäbischen Alb vom 03. September 1978. Bautechnik, 82 (8), S. 20–532, 2005.
- [12] KWU: Erdbeben vom 3. September 1978, Albstadt – Schwäbische Alb. Erlangen, 1980.
- [13] Landesstelle für Bautechnik Baden-Württemberg: Bildarchiv – Fotografische Dokumentation der Erdbebenschäden nach dem Albstadt-Beben vom 03.09.1978 sowie 1943 und 1972, 2002.

ERDBEBENKATALOG

Magnitudenorientierter Erdbebenkatalog für deutsche und angrenzende Gebiete – EK DAG

Erweiterter Ahorner-Katalog

Bauhaus-Universitätverlag

Jochen Schwarz, Silke Beinersdorf und Hein Meidow

Nach mehrjährigen (in der Antikopie von Prof. Ahorner nachgelagerte) Forschungsarbeiten und in Zusammenarbeit von Kollegen, überarbeiten wir den „Ahorner Katalog“ für die Erdbeben in deutschen und in guten Randgebieten angrenzenden Gebieten im Zeitraum der Jahre 800 bis 2003 neu ausgeben.

Der Katalog gliedert sich in drei Teile:

- Teil A – mit 666 Einträgen der Datengrundlage, Beschreibung von Ort und Konzentrischbeobachtung zwischen den Stärke- und Höchstparameter
- Teil B – als eigenständiger Katalog, erweitert (eben dem ursprünglichen Datenvorwerk von Prof. Ahorner umfassend) komplettierter (vollständig) und auch die wichtigsten Magnituden, die konkreten Bezug zu ihrer Bestimmung sowie Angaben zu den Strukturbereichen.
- Teil C – umfasst die Seismogeographien, den möglichen historischen Fortschritt in verschiedenen Datensätzen regionalisiert und in GIS-Form aufbereitet. Die erdbebentektonischen Randgebiete werden nach der Europäischen Makroseismischen Skala 1998 (EMS 98) inhaltlich neu bewertet. Die in deutschen Erdbebengebieten vorliegenden Beobachtungen (nicht zuletzt an den bauwerk-technischen Schadensprodukten) stehen in dieser Karteikarte koordinatengestützt zur Verfügung und können bei ingenieurtechnischen bzw. Planungsentscheidungen Berücksichtigung finden.

Bestellbar im
BAUHAUS-UNIVERSITÄTVERLAG
ISBN: 978-3-95779-290-7



Dr.-Ing. Jochen Schwarz

schwarz@uni-weimar.de

Abb.: Privat

Dr.-Ing. Silke Beinersdorf

silke.beinersdorf@uni-weimar.de

Zentrum für die Analyse von Erdbebenschäden
(Bauhaus-Universität Weimar)
Marienstr. 13B, 99423 Weimar

Dr. Hein Meidow

meidow@seismogeo.de

Seismo Geologisches Büro Köln

Bewerbungen für DGEB-Förderpreise

Die Deutsche Gesellschaft für Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik (DGEB) e. V. verleiht in zweijährigem Rhythmus einen Preis in Höhe von 2 000 Euro für innovative Dissertationen in Deutschland aus den Gebieten des Erdbebeningenieurwesens, der Ingenieur-seismologie und der Baudynamik. Mit diesem Preis sollen vor allem junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ausgezeichnet werden, die mit ihrer Arbeit einen wesentlichen Beitrag zu den oben umrissenen Forschungsgebieten leisten.

Ebenfalls im zweijährigem Rhythmus verleiht die DGEB zwei Preise in Höhe von jeweils 500 Euro für hervorragende Studienabschlussarbeiten (Diplom/Master) aus den Gebieten des Erdbebeningenieurwesens, der Ingenieur-seismologie und der Baudynamik. Mit diesem Preis sollen Absolventinnen und Absolventen ausgezeichnet wer-

den, die mit ihren Studienabschlussarbeiten einen wesentlichen Beitrag zu den oben umrissenen Forschungsgebieten leisten.

www.dgeb.org

Bewerbungen und Vorschläge für Arbeiten, die in den Jahren 2019 und 2020 abgeschlossen wurden, sind bis zum 31. Mai 2021 mit Kurzlebenslauf, einem Exemplar der Arbeit und einem Empfehlungsschreiben in elektronischer Form (alle Dokumente als PDF-Datei) an den Vorstand der DGEB (kontakt@dgeb.org) zu richten.

OGE-Preis

Die Österreichische Gesellschaft für Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik (OGE) schreibt erstmalig den „OGE-Preis Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik“ aus. Dieser Preis wird für ingenieurwissenschaftliche Leistungen auf den Gebieten der Baudynamik, Bodendynamik und Erdbebeningenieurwesen verliehen, die über abgeschlossene Masterarbeiten (Diplomarbeiten) von Studierenden an österreichischen

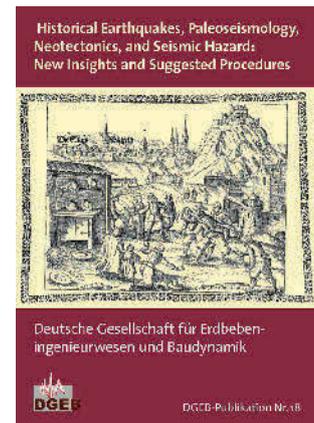
Universitäten erbracht werden. Die Bewerbung für den OGE-Preis ist nach dem Beheben der Masterarbeit (Diplomarbeit) mit einem kurzen Anschreiben, dem Arbeitstitel, dem/der BetreuerIn der Arbeit sowie einem kurzen Lebenslauf mit dem bisherigen Ausbildungsweg bis spätestens 30. September 2021 formlos an den Generalsekretär der OGE unter office@oge.or.at zu richten. www.oge.or.at/files/oge-preis.html

17. D-A-CH-Tagung 2021

Die 17. D-A-CH-Tagung findet am 16. und 17. September 2021 an der ETH Zürich statt. Die Veranstalter haben aus den eingereichten Beiträgen ein abwechslungsreiches Programm erstellt. In der Keynote Lecture wird Helen Crowley das European Seismic Risk Model (ESRM20) präsentieren. An den zwei Tagen im September erwartet die Teilnehmerinnen und Teilnehmer unter anderem das Thema Erschütterungsschutz und Schwingungsminderung. Die Session Numerische Modellierung und Validierung greift die Vertrauenswürdigkeit nicht-linearer Analysen und Schadensprognosen bei Stahlbetonrahmentragwerken mit Torsionsunregelmäßigkeiten auf. Zum Thema Erdbebensicherheit: Bemessung und Ertüchtigung wird unter anderem die Überarbeitung der technischen Anwendungshilfe des BAFU vorgestellt. Unter dem Thema Sonderlasten greifen die Referen-

ten die Numerische Simulation der induzierten Erschütterungen und des Dämpfungsverhaltens von Stahlbetonstrukturen infolge Projektilaufprall auf. Im Tagungsablauf findet auch die Baudynamik und Erdbeben im Holzbau ihren Platz sowie der Themenbereich Gefährdungs-, Vulnerabilitäts- und Risikostudien. Auf die Modellierung der lastverteilenden Wirkung des Oberbaus bei dynamischen Berechnungen von Eisenbahnbrücken wird unter anderem in der Session Baudynamik und Erdbeben im Brückenbau eingegangen. Zum Abschluss der Tagung werden Innovative Methoden und Entwicklungen vorgestellt. Das vorläufige Programm und weitere Informationen zur Veranstaltung, wie die Art der Durchführung der Tagung (Präsenz, Hybrid, Online), Preise und die Anmeldung zur Veranstaltung sind auf der Tagungs-Webseite zu finden. <https://sgeb.ch/de/dach2021.html>

Open Access DGEB Nr.18



Die Deutsche Gesellschaft für Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik (DGEB) möchte zur Veröffentlichung einer neuen DGEB-Publikation Nr. 18 informieren. Mit dem Titel „Historical Earthquakes, Paleoseismology, Neotectonics and Seismic Hazards: New Insights and Suggested Procedures“ wird durch den Editor Dr. Diethelm Kaiser von der BGR Hannover eine Reihe unterschiedlicher Autorenbeiträge gebündelt und vorgestellt. Die Publikation kann auf der Webseite der DGEB als Open Access-Datei bezogen werden. www.dgeb.org