

# Das Kooperationsprojekt SiMoN+: Die Nachfolge von SiMoN

G2

MATTHIAS KRACHT, BENJAMIN HOMUTH, CAROLA DIETRICH & GEORG RÜMPKER

## 1 Einleitung

Im nördlichen Oberrheingraben und an seinen Rändern treten zahlreiche natürliche seismische Erschütterungen auf. Diese sind von ihrer Intensität allerdings so schwach, dass sie von der Bevölkerung meistens nicht wahrgenommen werden. Alle paar Jahre kommt es zu stärkeren, überregional spürbaren Ereignissen mit größeren Magnituden. In den vergangenen Jahren kam es im mittleren und südlichen Oberrheingraben zu seismischen Ereignissen (Mikrobeben), die mit dem Betrieb von tiefengeothermischen Anlagen in Verbindung gebracht werden.

Mit dem Forschungsprojekt **SiMoN+** (Seismisches Monitoring natürlicher und induzierter Seismizität im nördlichen Oberrheingraben-plus) untersuchen das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) im Verbund mit der Goethe Universität Frankfurt den Zusammenhang und die Wechselwirkung zwischen natürlicher und menschlich induzierter Seismizität (KRACHT ET AL 2016). In diesem Zusammenhang wurde durch die Goethe Universität Frankfurt ein regionales Messnetz für ein seismisches Langzeitmonitoring im südhessischen Teil des nördlichen Oberrheingrabens aufgebaut. Die Ergebnisse des seismischen Monitorings werden vom HLNUG für die Öffentlichkeit online bereitgestellt.

Ergänzend zu einem obligatorischen, von den Bergbehörden geforderten seismischen Monitoring-System wurde im Rahmen des Verbundprojekts SiMoN+ schon vor der Ausführung einer ersten Tiefbohrung ein gegenüber den vorhandenen Messnetzen wesentlich dichteres und höher auflösendes Monitoring-

System installiert. Dieses System, als Fortsetzung des Projektes SiMoN, soll die Datengrundlage für die Analyse der geologischen, tektonischen und hydraulischen Randbedingungen sowie deren Korrelation mit den grundlegenden Auslösemechanismen der Seismizität liefern. Ein weiteres wichtiges Element bei dem Verbundprojekt SiMoN+ ist die Bereitstellung der gewonnenen Daten für die Öffentlichkeit. Dabei werden sogenannte Live-Seismogramme, die alle 2 Minuten aktualisiert werden, und eine zeitnahe Auswertung von seismischen Ereignissen der Öffentlichkeit unter <http://www.hlnug.de/themen/geologie/erdbeben/simon.html> zur Verfügung gestellt (KRACHT & HOMUTH 2013a).

Ein wichtiges Element ist die langfristige Auslegung eines angepassten Monitoring-Systems in Südhessen. Um die natürliche Seismizität so detailliert wie möglich erfassen zu können, ist eine umfassende, d. h. mehrskalige Betrachtungsweise von seismischen Ereignissen notwendig. Überwacht werden in diesem Zusammenhang:

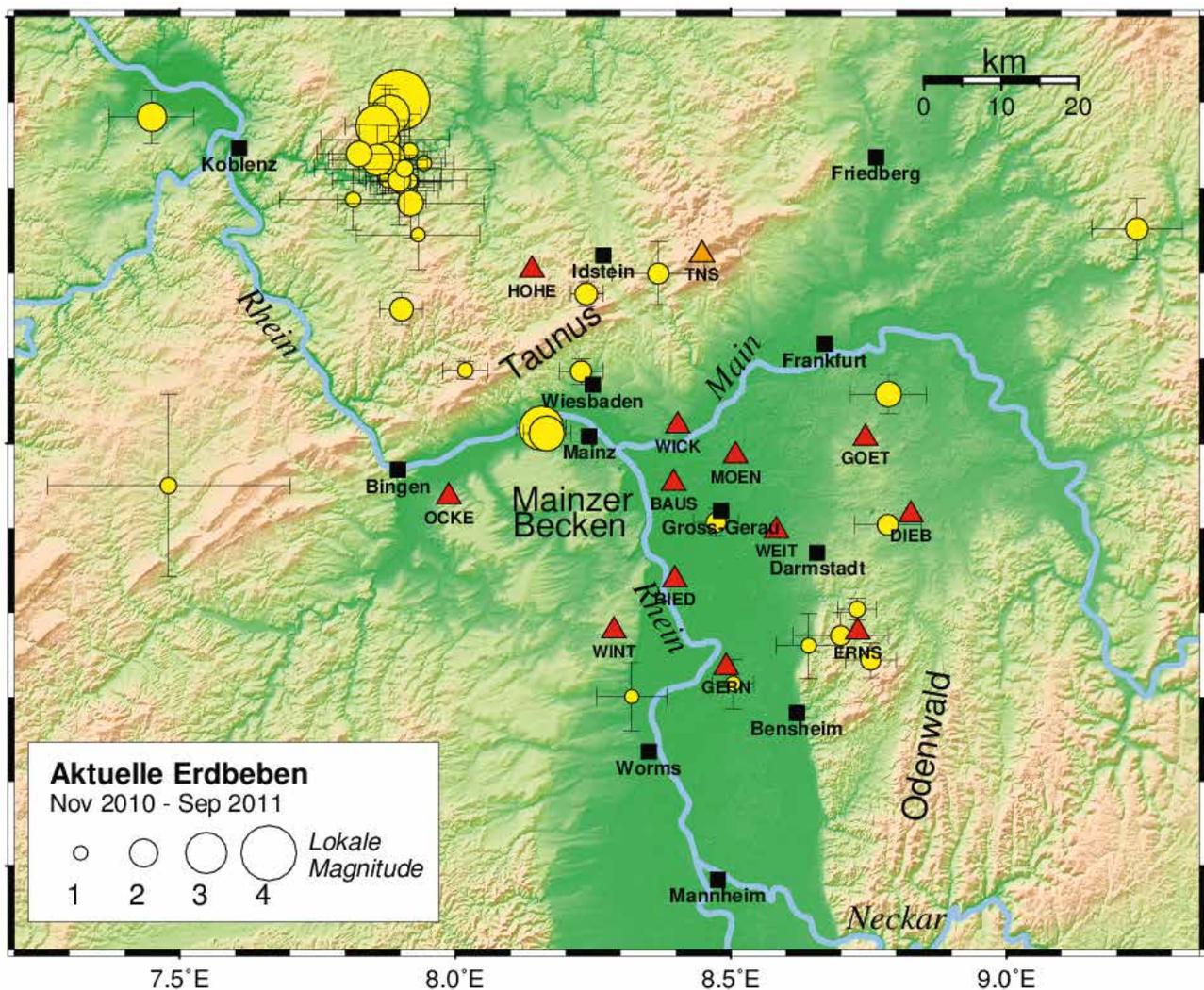
- die aktuelle regionale Seismizität mit Magnituden  $M_L > 2,0$
- mikroseismische Ereignisse der Magnituden  $M_L = 0,5 - 2,0$ .

Das Projekt SiMoN+ wird vom Hessischen Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz und von der Goethe-Universität Frankfurt unterstützt.

## 2 Historie der seismischen Beobachtung im Nördlichen Oberrheingraben

Die mikroseismische Aktivität im Nördlichen Oberrheingraben wird bereits seit Ende 2010 detailliert mit lokalen seismischen Netzwerken untersucht. Innerhalb der Pilotstudie **MonaSeis** wurde zunächst ein Netzwerk von 12 temporären seismischen Stationen betrieben. Das MonaSeis-Netzwerk wurde durch die Goethe Universität Frankfurt in Zusam-

menarbeit mit dem Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) im Zeitraum von November 2010 bis September 2011 betrieben (HOMUTH ET AL. 2014a). In diesem Zusammenhang wurden 41 Beben mit lokalen Magnituden im Bereich von  $M_L = 0.9 - 4.4$  lokalisiert (siehe Abb. 1). Die Detektionsschwelle des Netzwerkes lag bei ca.  $M_L = 1.0$ .



**Abb. 1:** Karte der seismischen Aktivität im Bereich des MonaSeis-Netzwerkes für den Zeitraum November 2010 – September 2011. Die Ereignisse sind als gelbe Kreise dargestellt, die roten Dreiecke zeigen die Lage der Erdbebenstationen an.

Im Anschluss an die MonaSeis-Pilotstudie wurde das „Verbundprojekt SiMoN – Seismisches Monitoring im Zusammenhang mit der geothermischen Nutzung des nördlichen Oberrheingrabens“ durchgeführt. Die Erdbebenstationen des **SiMoN**-Netzwerkes wurden ab Oktober 2011 betrieben (KRACHT & HOMUTH 2013a). Bei dem „Verbundprojekt SiMoN“, welches von der Goethe Universität Frankfurt im Verbund mit dem HLOG durchgeführt wurde, ging es unter anderem um das Verständnis natürlicher Seismizität im Bereich des Nördlichen Oberrheingrabens. Das Projekt wurde bis 30. September 2015 vom BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) auf-

grund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages unter der Fördernummer 0325359A/B gefördert. Innerhalb des Projektzeitraumes wurden insgesamt ca. 470 Erdbeben lokalisiert (HOMUTH ET AL. 2014b, HOMUTH 2015), darunter ca. 370 Erdbeben, die zur Erdbebenserie bei Ober-Ramstadt von März 2014 bis November 2015 zu zählen sind (HOMUTH & RÜMPKER 2016). Die Ergebnisse des SiMoN-Projektes wurden der Öffentlichkeit über eine Projekthomepage zur Verfügung gestellt. Die SiMoN-Homepage lief bis zum 29.02.2016 (siehe Abb. 2, Seismizitätskarte von der SiMoN-Homepage).

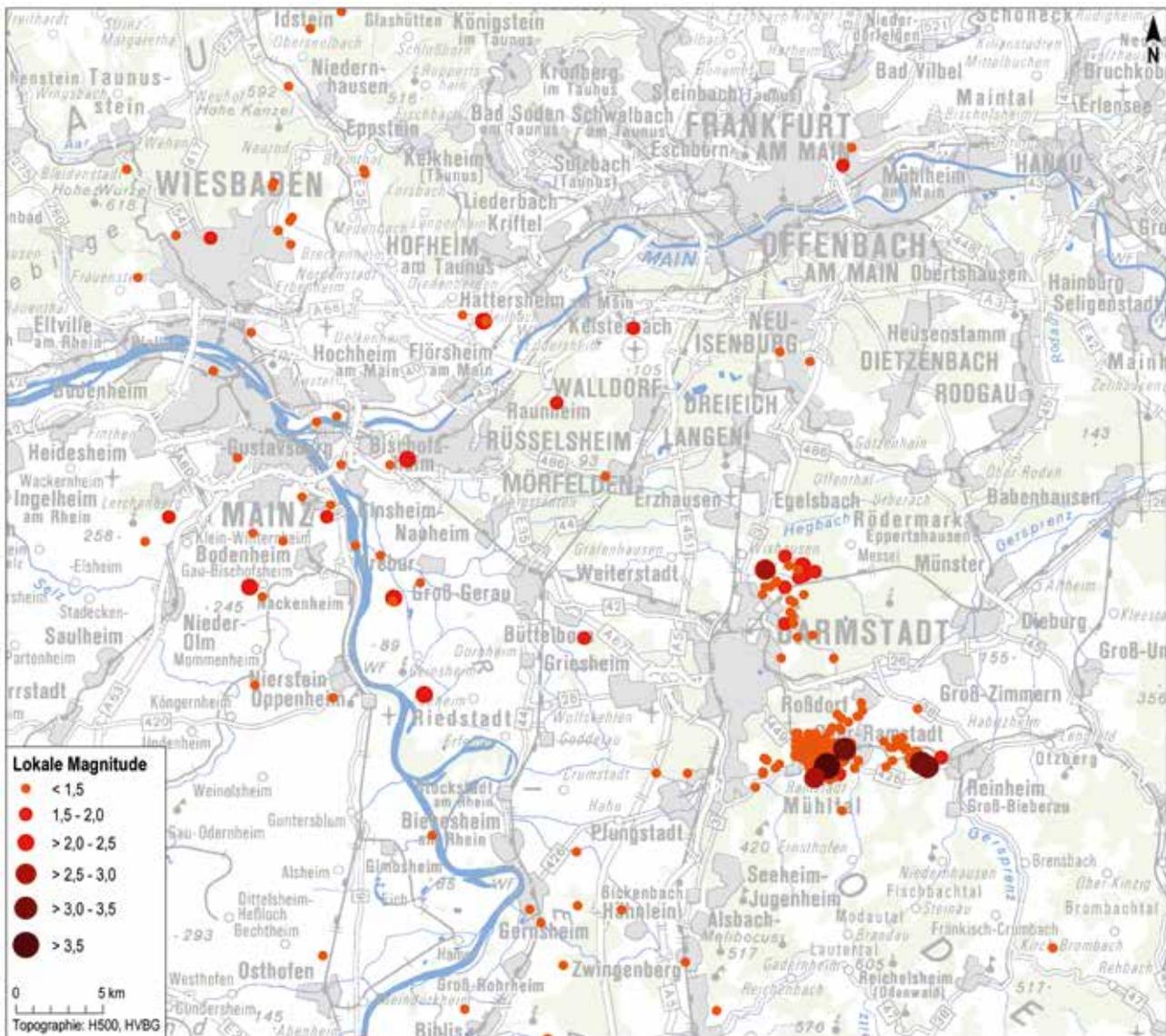


Abb. 2: Seismizitätskarte der in der Region im Verbundprojekt SiMoN aufgezeichneten natürlichen Erdbeben.

Als Verwertungsoption aus dem Vorläuferprojekt und den Strukturen des SiMoN-Projektes wird nun seit dem 1. Dezember 2015 im Rahmen einer Kooperationsvereinbarung gemeinsam von der Goethe Uni-

versität Frankfurt und dem Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie ein angepasstes seismisches Netzwerk als **SiMoN+** betrieben.

### 3 Aufbau und Lage der Erdbebenstationen

Die Stationsorte des mikroseismischen SiMoN+-Netzwerkes wurden so ausgewählt, dass etwaige Störeinflüsse bestmöglich reduziert werden konnten. So ist es gelungen, trotz eines sehr hohen Hintergrundrauschens in einer dicht besiedelten Region, wie dem Rhein-Main Gebiet, qualitativ hochwertige Stationsstandorte zu finden. Dabei zeigen die Stationen auf den Sedimenten des Oberrheingrabens schlechtere Rauschbedingungen als die Stationen auf Festgestein. Dies ist jedoch typisch, da sämtliche Bodenbewegungen (ausgelöst durch Verkehr, etc.) durch die Sedimente verstärkt werden und es damit zu einer Erhöhung des Rauschpegels kommt.

Der Aufbau einer seismischen Messstation wurde bereits ausführlich im Jahresbericht 2013 des HLUG beschrieben (KRACHT & HOMUTH 2013b). Der prinzipielle Aufbau der einzelnen Stationen wurde nicht verändert. Allerdings haben sich die Lage der Stationen und zum Teil die Betreiber der Stationen entsprechend der Fragestellung geändert (siehe Abb. 3). So wurde z. B. die Station BODE aus dem alten SiMoN-Netzwerk umgewandelt und im Rahmen einer Kooperation mit dem Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz als gemeinsame Bohrlochstation ausgebaut und nun gemeinsam von beiden geologischen Diensten betrieben.

Das Messgebiet des Verbundprojekts SiMoN+ umfasst neben dem Erlaubnisfeld Groß-Gerau der Überlandwerk Groß-Gerau GmbH (ÜWG) auch die Regionen Trebur, Walldorf, Riedstadt, sowie Darmstadt. Das regionale mikroseismische SiMoN+-Messnetz deckt diese Regionen gut mit den Stationen ab und ermöglicht somit eine hohe Lokalisierungsgenauigkeit. Während der Bohrphase in Trebur wurden zusätzlich drei mobile Stationen durch die Universität Frankfurt im Umkreis von 4 km zum Bohrplatz aufgebaut. Es konnten keine Ereignisse detektiert werden, die im Zusammenhang mit den Bohraktivitäten standen.

Neben den Stationen des SiMoN+-Netzwerkes gibt es noch andere Betreiber von Erdbebenstationen im Bereich des Nördlichen Oberrheingrabens (siehe Abb. 3).

Das Messnetz des Hessischen Erdbebendienstes (HED) beim HLNUG ist darauf ausgerichtet, Erdbeben im gesamten Bereich des Landes Hessen zu lokalisieren (<http://www.hlnug.de/themen/geologie/erdbeben/stationsnetz.html>), wobei der Schwerpunkt in Südhessen liegt, da hier die meisten Erdbeben aufgezeichnet werden.

Die ESWE betreibt ein Erdbebenstationsnetz im Bereich Wiesbaden, um die natürliche Seismizität hier genauer zu ermitteln. Dies steht im Zusammenhang mit dem geplanten Tiefengeothermieprojekt (<http://www.tiefengeothermie-wiesbaden-rheinmain.de/seismometernetzwerk>).

Das von den Bergbehörden geforderte seismische Monitoring-System im unmittelbaren Umfeld des Bohrplatzes (Perimeterbereich) bei Trebur, wird von der DMT im Auftrag der ÜWG betrieben und besteht aus fünf Stationen.

Zusätzlich betreibt die Goethe-Universität Frankfurt auf dem Kleinen Feldberg ein hochempfindliches Seismometerarray zur Detektion kleinster Erdbeben in der Region.

Ergänzt werden die Aufzeichnungen durch Daten von den Permanentstationen der angrenzenden Landesämter und Universitäten. Die Daten der anderen Messnetzbetreiber stehen dem HLNUG ebenfalls für die Auswertung zur Verfügung.

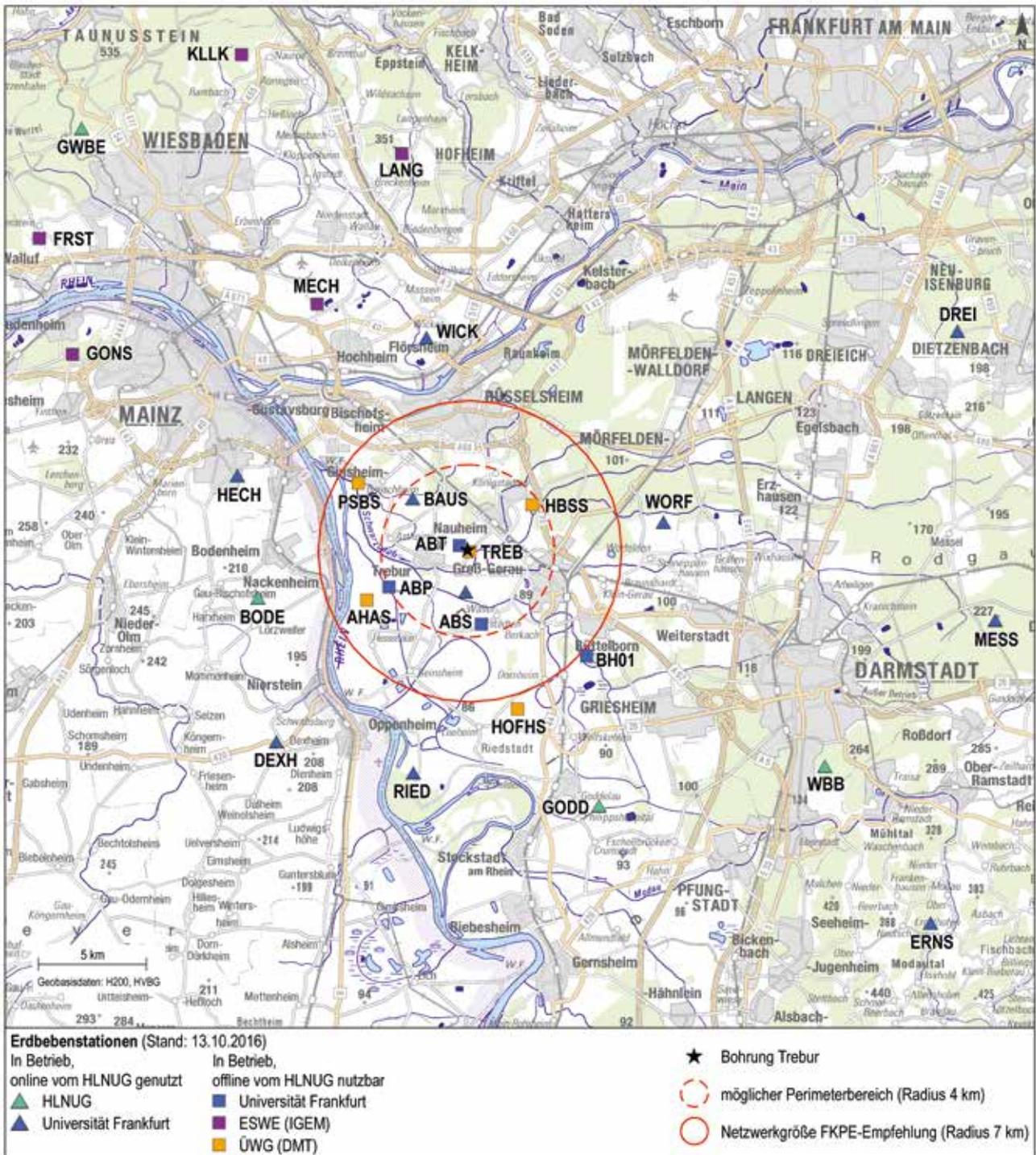
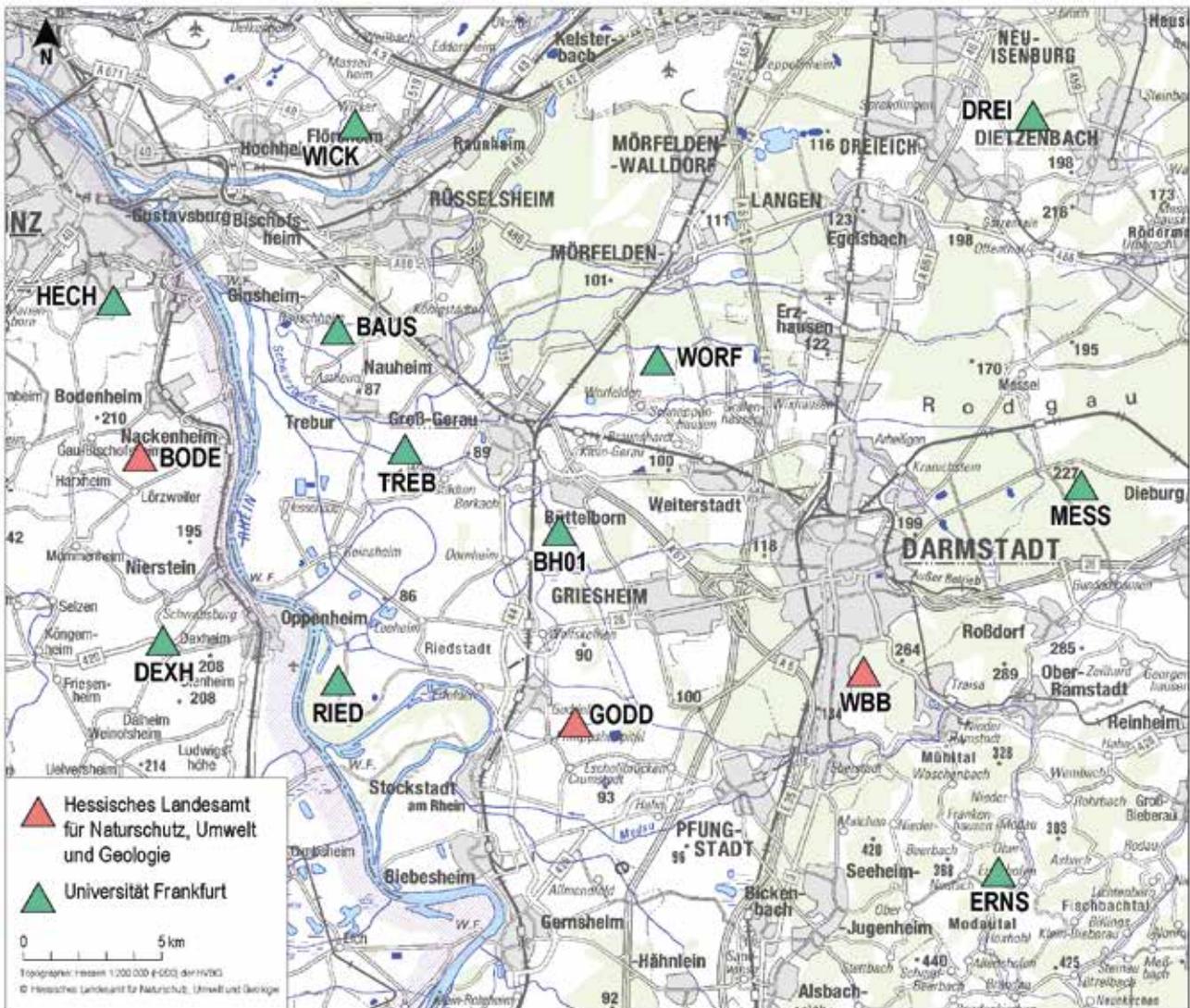


Abb. 3: Netz der beteiligten Messtationen im Untersuchungsgebiet zur Registrierung der natürlichen Seismizität im Verbundprojekt SiMoN+.

## 4 Die Webseite des SiMoN+-Projektes

Die Webseite des SiMoN+-Projektes ist seit dem 01. März 2016 online. Wie die Daten von den einzelnen Erdbebenstationen zur Zentrale nach Wiesbaden kommen, wurde bereits beschrieben (KRACHT & HOMUTH 2013b). Neben der wissenschaftlichen Durchführung und Aufbereitung der gewonnenen Daten ist die unabhängige Bereitstellung der Daten

für die interessierte Öffentlichkeit der andere wichtige Baustein in dem Verbundprojekt SiMoN+. Die schnelle Information der Öffentlichkeit über seismische Ereignisse in Echtzeit im nördlichen Oberrhein Graben wird über die Webseite <http://www.hlnug.de/themen/geologie/erdbeben/simon.html> vermittelt.



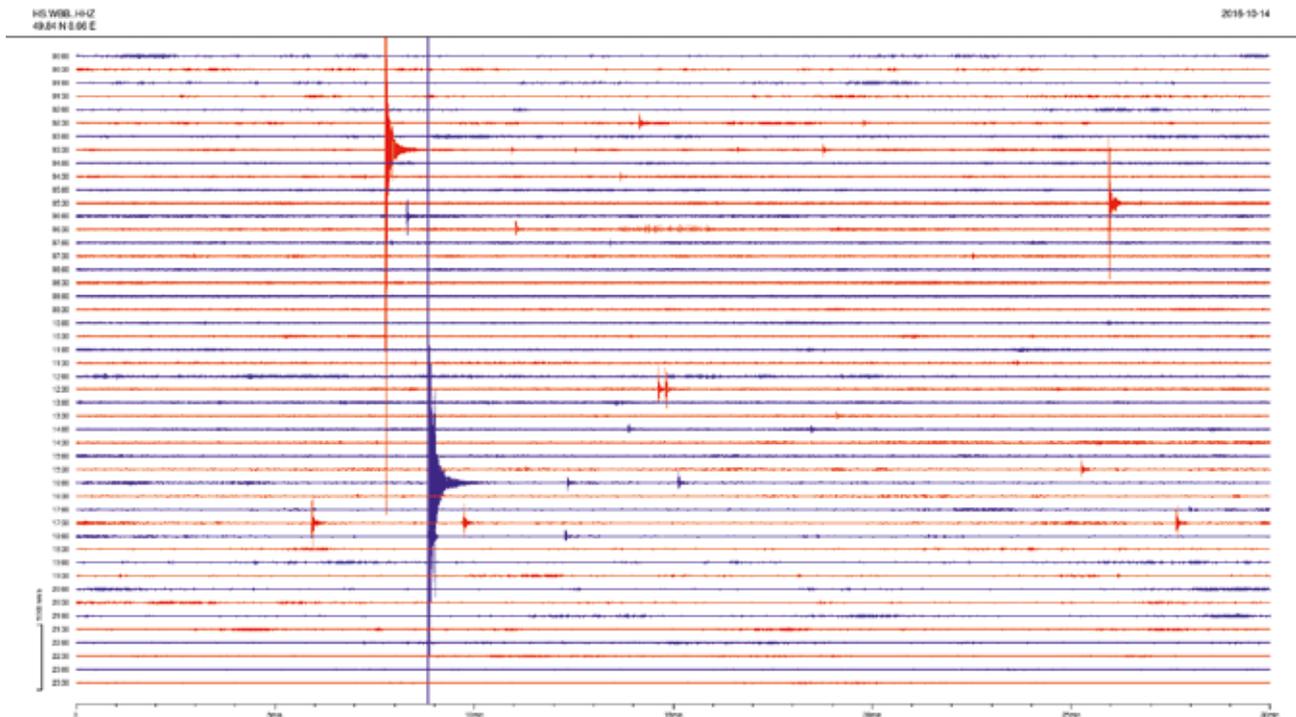
**Abb. 4:** Karte von der SiMoN+-Webseite: Die beteiligten Messtations im Untersuchungsgebiet können einzeln aufgerufen werden, um den aktuellen 24-Stundenplot darzustellen.

Sie besteht aus 3 Teilen:

1. Neben der Startseite auf der das Projekt beschrieben wird, werden allgemein die **Ziele** des Verbundprojektes SiMoN+ erläutert.
2. Unter **Monitoring** wird erklärt, wie die Geräte aufgebaut sind und welche Geräte zum Einsatz kommen: Auf dem ersten Reiter werden die **verwendeten Messinstrumente** im Detail erläutert. Außerdem wird der Aufbau der einzelnen

Messstationen unter **Einrichtung einer Messstation im SiMoN+-Netzwerk** beschrieben.

3. Unter **Messgebiet** können die im Verbundprojekt SiMoN+ verwendeten Messstationen einzeln auf den Reitern auf der linken Seite oder über die Symbole auf der Karte angesteuert werden (siehe Abb. 4). Durch Anklicken gelangt man zu den aktuellen Live-Seismogrammen der jeweiligen Erdbebenstation (siehe Abb. 5). Zu der Erklärung der Live-Seismogramme gelangt man über den Reiter „**Beispiel**“.



**Abb. 5:** Beispiel-Seismogramm (24-Stundenplot der Station Darmstadt, WBB) von der SiMoN+- Webseite (14. Oktober 2016; mehrere Ereignisse im Norden von Darmstadt)

## 5 Ausblick und Fazit:

Seit 6 Jahren wird erfolgreich die detaillierte Beobachtung der natürlichen Seismizität im nördlichen Oberrheingraben durchgeführt (Monaseis (11/2010 – 09/2011), SiMoN (10/2011 – 09/2015), SiMoN+ (seit 10/2015 bis heute)).

Die Beobachtung und Unterscheidung von natürlicher und induzierter Seismizität bei Projekten des tiefen Untergrundes sind Aufgaben eines Landeserd-

bebendienstes, die auch durch die Novellierung des Bundesberggesetzes seit Anfang August 2016 auf eine gesetzliche Grundlage gestellt sind. Zum einen regelt jetzt die Allgemeine Bundesbergverordnung im § 22 b die „Anforderungen an die Aufsuchung und Gewinnung von Erdgas, Erdöl und Erdwärme...“ in Absatz 4, „dass in Gebieten der Erdbebenzonen 1 bis 3 ein seismologisches Basisgutachten zu erstellen ist und Maßnahmen für einen kontrollierten Betrieb zu

ergreifen sind“. Zum anderen wird im Fall eines Ereignisses in der Bergverordnung über Einwirkungsbereiche im § 4, Absatz 6 geregelt, dass „die Grenze des Einwirkungsbereichs nach Auftritt einer Erschütterung auf Veranlassung der zuständigen Behörde auf Grund von Ergebnissen seismologischer Messungen und sonstiger Daten, der makroseismischen Intensität und festgestellten Bodenschwinggeschwindigkeit durch die zuständigen Erdbebendienste der Länder... festzulegen ist“. Diesen Aufgaben wird sich

das HLNUG in Zukunft stellen. Beim HLNUG sind die Werkzeuge zur Bewertung von seismischen Ereignissen vorhanden und werden weiter ausgebaut. Dazu gehört die detaillierte Beobachtung der natürlichen und möglichen induzierten Seismizität im Nördlichen Oberrheingraben in Zusammenarbeit mit der Goethe Universität Frankfurt, der Ausbau von Starkbebenstationen und auch die schnelle unabhängige Information der Öffentlichkeit.

## Literatur:

- HOMUTH, B., RÜMPKER, G. & KRACHT, M. (2014a): Mikro-seismisches Monitoring im nördlichen Oberrheingraben, die Pilotstudie MonaSeis, Geol. Jb. Hessen 138:15-35, 26 Abb., 2 Tab.; Wiesbaden 2014
- HOMUTH, B., RÜMPKER G., DECKERT, H. & KRACHT, M. (2014b): Seismicity of the northern Upper Rhine Graben – Constraints on the present-day stress field from focal mechanisms, Tectonophysics, 632; 8-20, <http://dx.doi.org/10.1016/j.tecto.2014.05.037>
- HOMUTH, B. (2015): Hochauflösende Erfassung der Seismizität im nördlichen Oberrheingraben: Schwarmbeben, Spannungsregime und Seismische Gefährdung. Dissertation, Goethe Universität Frankfurt.
- HOMUTH, B. & RÜMPKER G. (2016): The 2014-2015 earthquake series in the northern Upper Rhine Graben, Central Europe. *Journal of Seismology*. DOI:10.1007/s10950-016-9584-6.
- KRACHT, M. & HOMUTH, B. (2013a): Internetdarstellung von seismischen Registrierungen im Umfeld der geplanten Tiefengeothermiebohrung Groß-Gerau – das Verbundprojekt SiMoN Tagungsband der 73. Jahrestagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft, Seiten 365-366; Leipzig
- KRACHT, M. & HOMUTH, B. (2013b): Das Verbundprojekt SiMoN – Seismisches Monitoring im Zusammenhang mit der geothermischen Nutzung des nördlichen Oberrheingrabens, Jahresbericht des HLUG, 109-116, Wiesbaden.
- KRACHT, M., HOMUTH, B., RÜMPKER, G., (2016): Die Nachfolge von SiMoN: SiMoN+, 76. Jahrestagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft (DGG), Münster.