

Ein Blick auf die Randverwerfung des Oberrheingrabens – die geodätische Messstation „darmstadtium“

Matthias Becker¹, Andreas Henk² und Rouwen Lehné³

1 Institut für Geodäsie, TU Darmstadt
E-Mail: becker@psg.tu-darmstadt.de

2 Institut für Angewandte Geowissenschaften, TU Darmstadt
E-Mail: henk@geo.tu-darmstadt.de

3 Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Wiesbaden
E-Mail: rouwen.lehne@hlnug.hessen.de

Zusammenfassung

Die Stadt Darmstadt liegt am Rande des Oberrheingrabens und das Kongresszentrum „darmstadtium“ wurde direkt auf der Randstörung errichtet. Der dabei freigelegte Anschnitt der Verwerfung wurde zugänglich gemacht und zur Einrichtung einer Messstation genutzt. Hier beschreiben wir den Neuaufbau der Station ab dem Jahre 2016 mit dem jetzt verfügbaren Instrumentarium zur Überwachung der Kriechvorgänge an der Störung.

1 Einleitung

Das darmstadtium, das Wissenschafts- und Kongresszentrum in Darmstadt, wurde im Januar 2008 eröffnet. Benannt nach dem chemischen Element Darmstadtium, das 1994 bei der Gesellschaft für Schwerionenforschung in Darmstadt erzeugt wurde, dient es als Veranstaltungshaus der Wissenschaftsstadt Darmstadt zum Austausch von Gesellschaft, Wissenschaft und Wirtschaft. Neben einer avantgardistischen Architektur und einem innovativen und mehrfach ausgezeichneten Nachhaltigkeitskonzept wurde auch Wert auf die Verbindung zur Wissenschaft gelegt.

Die im Zuge des Baugrubenaushubs freigelegte Ost-randstörung des Oberrheingrabens wurde zugänglich gemacht und mit einer Messstation für geowissenschaftliche Untersuchungen vorbereitet (Hoppe u. a., 2015).

Die östliche Hauptrandverwerfung des Oberrheingrabens, siehe Abbildung 1.1, gehört zu einem ganz Europa durchziehenden Bruchsystem und ist eine der bedeutendsten strukturellen Elemente in Mit-

teleuropa. Mit dem Bruchsystem verbunden sind seismische Aktivitäten, siehe Abbildung 1.2, entnommen aus dem Hessischen Umweltatlas (<http://atlas.umwelt.hessen.de/> - Geologie und Boden), wobei insbesondere die im Raum Darmstadt auftretenden Erdbebenschwärme von besonderem Interesse sind.

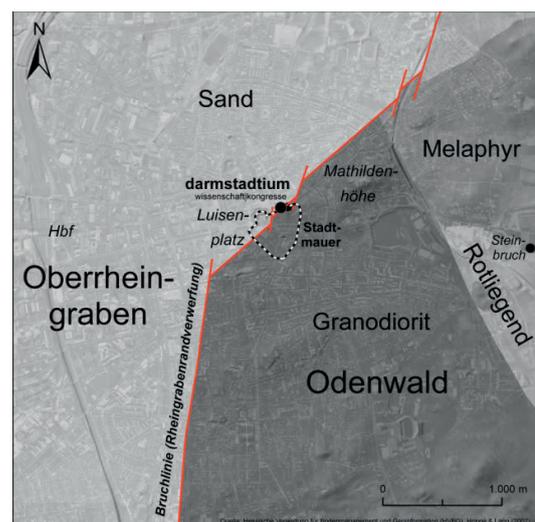


Abbildung 1.1: Ostrandstörung des Oberrheingrabens um Darmstadt (Bild Hoppe u. a., 2015).

In Zusammenarbeit von TU Darmstadt, darmstadtium und Hessischem Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) wurde im Jahre 2016 ein neues Observatorium an der Verwerfung eingerichtet, in dem Bewegungen an der Verwerfung direkt gemessen werden können.

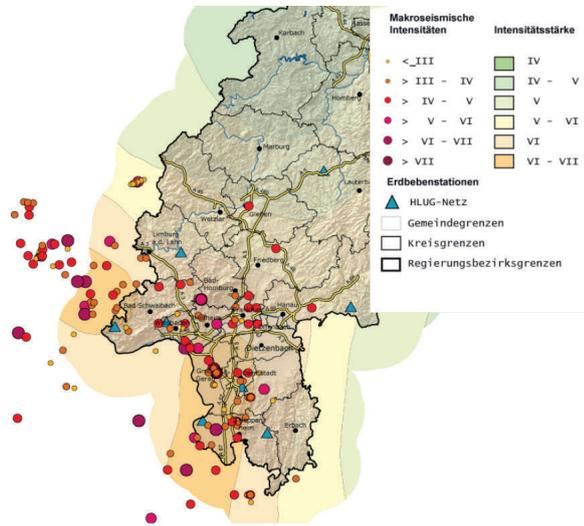


Abbildung 1.2: Erdbeben in Oberrheingraben und Südhessen. Die Größe der Kreise zeigt die Stärke der Erdbeben an (Bild: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie).

2 Messstation

Die Messstation befindet sich an der Ostseite des darmstadtiums zwischen Gebäudeaußenwand und der mit einem Eisenverbau bergmännisch gegen Einsturz und Nachrutschung von Lockergestein befestigten Wand der ehemaligen Baugrube. In Abbildung 2.1 und 2.2 sind der Verlauf der Störung auf dem Boden der Baugrube und die heutige Messstation zu sehen. Hier trennt die Störung die Kristallingesteine des Odenwaldes von den Sedimenten des nördlichen Oberrheingrabens.

Die Störung wurde 2007 mit einem optomechanischen Messgerät instrumentiert, das die Relativbewegungen zwischen den beiden Schollen erfasst. Nachdem Teile der Messstation aufgrund Verwitterung des ursprünglich hölzernen Baugrubenverbau verschüttet wurden, wurde sie mit Mitteln der TU Darmstadt, des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) und des Wissenschafts- und Kongresszentrums Darmstadt GmbH & Co. KG aufwändig saniert und wesentlich erweitert.



Abbildung 2.1: Baugrube des darmstadtiums mit Verwerfungslinie der Randstörung, die deutlich durch die Farbunterschiede des Bodens gekennzeichnet ist.



Abbildung 2.2: Blick in die Messstation, links die Ausschnitte in der Verbauung mit direkter Sicht auf die Störung.

Abbildung 2.2 zeigt die Verbauung mit zwei Fenstern auf die Störung zur photogrammetrischen Vermessung der Deformationen. An der Außenwand des darmstadtiums befindet sich ein betonierter Sims zur Aufnahme der Messinstrumente und der Datenerfassung mit Anschluss an das Internet zum Online Zugriff auf die Messdaten.

Da die Station nicht öffentlich zugänglich ist, werden die Daten über ein Web-Interface auf einem speziell für die Information der Öffentlichkeit eingerichteten Web-Server im Foyer des darmstadtiums abrufbar sein. Dort sind auch Hintergrundinformationen zu Station, Geologie und geodätischer Messstation interaktiv zu erfahren.

3 Sensorik

Im Zuge der Renovierung der Messstation wurde ein erweitertes interdisziplinäres Konzept zur Nutzung als Natur-Labor in der Lehre und Forschung der beteiligten Institute entwickelt. Die spektakuläre geologische Struktur wird nun mit einer erweiterten Instrumentierung und mit neuen Messverfahren und Parametern kontinuierlich überwacht. Das Instrumentarium besteht aus einem optomechanischen 3D Extensometer, einem Seismometer, einem Radon-Messgerät, einer Kamera zur Deformationsmessung und meteorologischen Sensoren (siehe Abbildung 3.1).

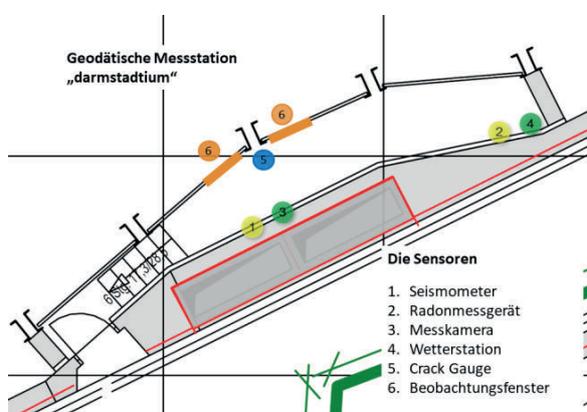


Abbildung 3.1: Skizze der Station mit Anordnung der Messinstrumente.

Das Seismometer, ein TitanSMA „Strong Motion Accelerograph“, beinhaltet einen Beschleunigungssensor, der die Gebäudebewegungen in allen drei Raumrichtungen aufzeichnet. Er ist eingebunden in das seismische Stationsnetz des beim HLNUG betriebenen Hessischen Erdbebendienstes (HED) zur Überwachung der Erdbebenaktivität in Hessen. Die aktuellen Daten und Analysen der Erdbebenherde mit den entsprechenden Magnituden stehen online unter www.hlnug.de/index.php?id=425 zur Verfügung.

Das optomechanische Extensometer TM-71 nach Košťák (Košťák und Avramova-Tačeva, 1988) misst seit 2007 die Relativbewegungen zwischen den beiden Schollen. Die seitdem gewonnenen Messreihen haben überraschend hohe Relativgeschwindigkeiten von ca. 1 mm pro Jahr in horizontaler Richtung und 0,6 mm pro Jahr in vertikaler Richtung ergeben. Das Instrument wurde modernisiert und mit einer elektronischen

Ableseeinrichtung ausgestattet (Rowberry u. a., 2016), so dass die Messungen automatisch erfasst und gespeichert werden können.

Das Extensometer in der Messstation „darmstadtium“ ist damit einer von nur dreien in Süddeutschland. Alle Instrumente und Ergebnisse sind im Internet abrufbar (tecnet.cz/index_en.php).

Ein AlphaGUARD-Radon Monitor PQ 2000 misst die Radonkonzentration mit einer Ionisationskammer. Mit den Messungen soll untersucht werden, ob in Zusammenhang mit tektonischen Bewegungen entlang von Schwächezonen im Untergrund bzw. bei Erdbeben zeitliche Veränderungen im Radongehalt der Raumluft der Messstation auftreten.

Im Rahmen von studentischen Projekten wird ein Kamerasystem entwickelt, das in regelmäßigen Intervallen ein Bild der freigelegten Verwerfungsspur registriert. Das Fenster auf die Verwerfung ist mit einem Raster von tief im Fels verankerten Stahlstäben versehen. Aus der Serie von Bildern können mit der Zeit mit photogrammetrischen Verfahren kleinste Änderungen der relativen Positionen der Stäbe abgeleitet werden. In Ergänzung zum Extensometer TM-71 sollen so die Bewegungsraten erfasst werden.

Basierend auf den Höhenfestpunkten der Landesvermessung und den hier seit mehr als 100 Jahren vorliegenden Wiederholungsnivellements des Haupthöhennetzes werden in studentischen Projekten die lokalen Höhenänderungen in Darmstadt in Wiederholungsnivellements erfasst. Seit etwa 10 Jahren können auch Messungen mit GPS und mit Erdbeobachtungssatelliten Höhenänderungen im sub-cm Bereich detektieren und so effizient als Ergänzung eingesetzt werden.

Dazu werden die permanenten GNSS Stationen auf den Gebäuden der TU in der Stadtmitte (d.h. im Rheingraben) und auf dem Campus Lichtwiese im festen Granodiorit des Odenwaldes genutzt. Die Stationen sind in das SAPOS-Netz der Hessischen Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation (<http://sapos.hvbg.hessen.de>) eingebunden. Aus den langjährigen Zeitreihen der Koordinatenänderungen lassen sich die Bewegungsraten in Lage und Höhe sehr genau ableiten. Eine erste Analyse der gegenwärtigen Stationsbewegungen in Süd-West Deutschland wurde in Kooperation mit dem Institut für Geodäsie des KIT und dessen GURN-GNSS Net-

zes 2014 begonnen. Ziel ist die Erstellung eines regionalen Geschwindigkeitsfeldes für das gesamte Gebiet des Oberrheingrabens.

Gegenwärtig laufen die Vorbereitungen zur Installation von Corner-Reflektoren, um die satellitenbasierten Interferometrischen SAR-Techniken zur Überwachung von Bodenbewegungen auch für die Gebäude der TU Darmstadt besser nutzen zu können. Mit diesem einmaligen Multi-Sensoransatz und der interdisziplinären Zusammenarbeit soll ein wesentlicher Beitrag zu Lehre und Forschung an einer exemplarischen Typokalität mit direktem Zugang zu einem kontinentalen Riftsystem geschaffen werden.

Danksagung

Die Autoren danken den beteiligten Mitarbeitern des Instituts für Geodäsie, des Instituts für Angewandte Geologie, des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie und dem Team des darmstadtiums für den Einsatz an der Messstation, sowie Text und Bildbeiträge. Insbesondere Dank an den Kanzler der TU Darmstadt, Herrn Dr. Efinger für die Unterstützung der Einrichtung.

Nachwort

Dieser Artikel ist meinem lieben Kollegen Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Bernhard Heck, KIT, gewidmet, mit dem ich durch den Oberrheingraben geographisch und thematisch seit langem verbunden bin. In lockerer Zusammenarbeit und kontinuierlichem fachlichen Austausch habe ich viel gelernt und die Kontakte mit dem Geodätischen Institut in Karlsruhe immer wertgeschätzt.

Mit den besten Wünschen, *Dein Matthias*

Literatur

- Hoppe, A., Košťák, B., Kuhn, G., Lehné, R., Simons, U. und Stemberk, J. (2015): Rezente Bewegungen an den Hauptrandverwerfungen im Nördlichen Oberrheingraben. 97. Stuttgart, S. 321–332. DOI: 10.1127/jmogv/97/0014.
- Košťák, B. und Avramova-Tačeva, E. (1988): A method for contemporary displacement Measurement on a tectonic fault. *Journal of Geodynamics* 1988.
- Rowberry, M. D., Kriegner, D., Vaclav, H., Frontera, C., Llull, M., Olejnik, K. und Marti, X. (2016): The instrumental resolution of a moire extensometer in light of its recent automatisisation. *Measurement* 91:258–265. DOI: 10.1016/j.measurement.2016.05.048.