

(Aus dem Geologischen Institut der Universität Köln, Abteilung für Erdbebengeologie)

Erdbebenchronik für die Rheinlande 1964—70

Von Ludwig Ahorner, Bensberg

Mit 3 Tabellen und 12 Abbildungen im Text

(Eingegangen am 3. 8. 1972)

Kurzfassung

Im Zeitraum von 1964—70 wurden in den nördlichen Rheinlanden und deren Umgebung mehr als 100 natürliche Erdbeben einschließlich aller Vor- und Nachbeben ausgelöst. Die stärksten ereigneten sich auf belgischem Gebiet zwischen Mons und Charleroi und bei Lüttich und erreichten die Intensität VII und Magnitude 4,6. Im Nieder- und Mittelrhein-Gebiet kamen nur Beben bis zur Intensität IV—V und Magnitude 3,8 vor. Die seismische Aktivität des Oberrhein-Gebietes war sehr gering. Von den einzelnen Beben werden die Energieparameter und Herdkoordinaten mitgeteilt. Bei stärkeren Ereignissen werden auch Angaben über den Herdvorgang und die Orientierung der Herdflächen gemacht.

Abstract

In the period between 1964—70 more than 100 true earthquakes, pre- and aftershocks included, have occurred in the Northern Rhine district and its environment. The most severe shocks with intensity VII and magnitude 4,6 were felt in the Belgian region between Mons and Charleroi and near Liège. In the Lower- and Middle Rhine area only minor shocks up to intensity IV—V and magnitude 3,8 have been observed. The seismic activity of the Upper Rhine area was very small. Energy parameters and focal coordinates of all earthquakes and in some cases fault-plane solutions are given.

1. Einleitung

Seit mehr als 20 Jahren erscheinen in den „Decheniana“ in zwangloser Folge „Erdbebenchroniken der Rheinlande“ als Mitteilungen der Erdbebenstation der Universität Köln in Bensberg und des von ihr betreuten Erdbebenbeobachtungsdienstes der nördlichen Rheinlande (vgl. SCHWARZBACH 1951/52, 1953, 1956, 1958; AHORNER 1964). Die vorliegende Erdbebenchronik stellt eine Fortsetzung dieser Reihe dar. Sie enthält eine Zusammenstellung von Erdbeben, die sich in den Jahren 1964—70 in den Rheinlanden und ihrer näheren Umgebung — bis zu einer Entfernung von etwa 250 km von Bensberg — ereignet haben. Das betrachtete Gebiet umfaßt neben den eigentlichen Rheinlanden (Oberrhein-Gebiet ab Karlsruhe, Mittelrhein-Gebiet, Niederrhein-Gebiet) das gesamte Rheinische Schiefergebirge mit den Ardennen, das Münsterland, die Hessische Senke, das Saar-Nahe-Gebiet, die Trierer Bucht sowie einen Großteil von Belgien und den Niederlanden. Durch die Erdbebenchronik soll das gesammelte Beobachtungsmaterial einem größeren Kreis zugänglich gemacht wer-

den. Eine ausführliche Analyse und Deutung der rheinischen Erdbeben-tätigkeit wird dagegen nicht gegeben. Wer sich dafür interessiert, sei auf die allgemein gehaltene Darstellung von SCHWARZBACH (1951) sowie auf die neueren Arbeiten von AHORNER (1967, 1968, 1970) verwiesen.

Die mitgeteilten Informationen stützen sich im wesentlichen auf die Registrierungen der Erdbebenstation Bensberg und auf die dort eingegangenen makroseismischen Meldungen. Allen Einsendern von Erdbebenmeldungen sei an dieser Stelle für ihre wertvolle wissenschaftliche Mitarbeit gedankt. Auch bei künftigen Beben bitten wir um Nachrichten, da makroseismische Beobachtungen eine unentbehrliche Ergänzung der instrumentellen Registrierungen darstellen.

Im Bericht werden für die Station Bensberg in der Regel die Einsatzzeiten der longitudinalen (Pn, Pb, Pg) und transversalen (Sn, Sb, Sg) Raumwellen bezogen auf Weltzeit (GMT) sowie die Epizentralentfernung D mitgeteilt. Zur mikroseismischen Herdbestimmung stellten die Nachbarstationen in zuvorkommender Weise ihre Seismogramme zur Verfügung, wofür wir vielmals danken. In einigen Fällen wurden die Herdangaben des Bureau Central International de Séismologie (BCIS) in Strasbourg oder anderer Stellen übernommen; dies ist bei den jeweiligen Beben vermerkt.

Die Magnitude der Beben wurde gewöhnlich aus den Maximalamplituden der Bodenbewegung in Bensberg oder an anderen Stationen berechnet, seltener aus makroseismischen Daten. Es handelt sich, falls nicht anders vermerkt, um die Magnitude M_{100} für lokale Erdbeben nach der ursprünglichen Definition der Richter-Skala. Die makroseismische Intensität wird nach der zwölfstufigen Mercalli-Sieberg-Skala angegeben. Zur besseren Unterscheidung von den Magnitudenwerten werden zur Kennzeichnung der Intensitätsstufen nur römische Ziffern verwandt. Die Berechnung der Herdtiefe erfolgte ausschließlich auf Grund von makroseismischen Daten. Dabei kam das von SPONHEUER (1960) vorgeschlagene Verfahren, welches von der beobachteten Intensitätsabnahme mit der Epizentralentfernung ausgeht, in etwas modifizierter Form zur Anwendung.

Bei normaler Herdtiefe von $h = 5-10$ km bestehen zwischen der Magnitude (Richter-Skala), der Epizentralintensität (Mercalli-Sieberg-Skala) und der größten makroseismischen Reichweite eines Bebens die in Tab. 1 angegebenen Zusammenhänge.

Ein wesentlicher Fortschritt gegenüber früheren Erdbebenchroniken ist darin zu sehen, daß diesmal bei stärkeren Beben fundierte Angaben über den Herdvorgang gemacht werden, z. B. über die räumliche Orientierung der seismischen Verschiebungsflächen, den Bewegungssinn der angrenzenden Schollen und die Richtung der Hauptspannungen im Herd. Diese seismotektonisch bedeutsamen Informationen lassen sich sogenannten „Herdflächen-Lösungen“ entnehmen. Dabei wird auf Grund der seismo-

Tabelle 1. Zusammenhang zwischen Magnitude, Epizentralintensität und größter makroseismischer Reichweite bei Beben von normaler Herdtiefe.

Magnitude M_{100}	Epizentralintensität I_0	größte makroseismische Reichweite R_{max}
2	I — II	—
3	III — IV	25 km
4	IV — V	100 km
5	VI — VII	250 km
6	VIII — IX	500 km

metrischen Aufzeichnungen der umliegenden Erdbebenstationen der Bewegungssinn der vom Herd ausgehenden ersten Bodenverrückung nach allen Seiten hin rekonstruiert (vgl. AHORNER 1967 u. a.). Die Kenntnis des Herdvorganges erlaubt eine wesentlich bessere Beurteilung der Entstehungsweise und der geologisch-tektonischen Beziehungen eines Erdbebens als das früher möglich war. Herdmechanische Untersuchungen an rheinischen Erdbeben haben daher in den letzten Jahren z. T. ganz neue Erkenntnisse über die großtektonische Deutung der Seismizität unseres Gebietes gebracht (AHORNER 1970, AHORNER, MURAWSKI & SCHNEIDER 1972).

2. Übersicht der Erdbeben-tätigkeit

Im Berichtszeitraum konnten im Umkreis von 250 km um Bensberg wesentlich mehr Erdbeben festgestellt werden als in den vorangehenden Jahren. Dies ist einerseits auf die gesteigerte Empfindlichkeit der Seismographen und eine weitere Verdichtung des Stationsnetzes in Mitteleuropa zurückzuführen, andererseits aber auch auf eine deutliche Zunahme der Seismizität. Während in den 6 Jahren von 1958–63 in unserem Gebiet insgesamt 16 echte, d. h. auf natürliche Ursachen zurückgehende, Erdbeben registriert wurden (vgl. AHORNER 1964), waren es in den 7 Jahren von 1964–70 mehr als 100 einschließlich aller Vor- und Nachbeben. Davon sind 45 in der chronologischen Zusammenstellung genauer aufgeführt. Es handelt sich fast ausschließlich um tektonische Erdbeben. Nur beim Ereignis von Bad Pyrmont am 4. Juni 1964 liegt vermutlich ein Einsturzbeben vor.

Neben den auf natürliche Weise entstandenen Erdbeben wurden in den Bergbaugebieten, insbesondere im Ruhrgebiet, zahlreiche Gebirgsschläge und andere bergbaulich bedingte Bodenerschütterungen beobachtet. Von diesen haben wir, wie in den früheren Jahren, nur die wichtigsten in die Chronik aufgenommen.

Die echten Erdbeben verteilen sich auf die seismisch aktiven Teilgebiete entsprechend Tab. 2 (vgl. auch Übersichtskarte Abb. 1).

Das belgische Gebiet steht diesmal, sowohl was die Zahl der Beben an-betrifft als auch in der seismischen Energieauslösung an erster Stelle. Neben zahl-reichen schwächeren Beben haben sich hier, hauptsächlich in den Jahren 1965–67, nicht weniger als 7 Schadenbeben ereignet. Die stärksten von ihnen erreichten die Intensität VII und die Magnitude 4,6. Todesopfer gab es zum Glück nicht, wohl aber einige Verletzte. Bezeichnend in allen Fällen ist eine sehr geringe Herdtiefe und ein engbegrenztes Schüttergebiet. Die Schadenbeben-tätigkeit war auf einen schmalen Gebietsstreifen zwischen Mons und Charleroi (Provinz Hainaut) und auf die Gegend von Lüttich beschränkt, wo schon früher ähnliche Beben aufgetreten sind, allerdings nicht in dieser Stärke und Häufigkeit. Obgleich in beiden Gebieten Steinkohlen-

Tabelle 2. Verteilung der echten Erdbeben auf die seismisch aktiven Teilgebiete.

		Anzahl der Beben	seismische Energiesumme
Belgisches Gebiet	Brabanter	79	$328 \cdot 10^{16}$ erg
	Erdbebenzone		
Niederrhein-Gebiet	} Rheinische Erdbebenzone	13	$0,3 \cdot 10^{16}$ erg
Mittlerhein-Gebiet		6	$5,7 \cdot 10^{16}$ erg
Oberrhein-Gebiet		6	$0,2 \cdot 10^{16}$ erg
Sonstige Gebiete		3	$3,2 \cdot 10^{16}$ erg

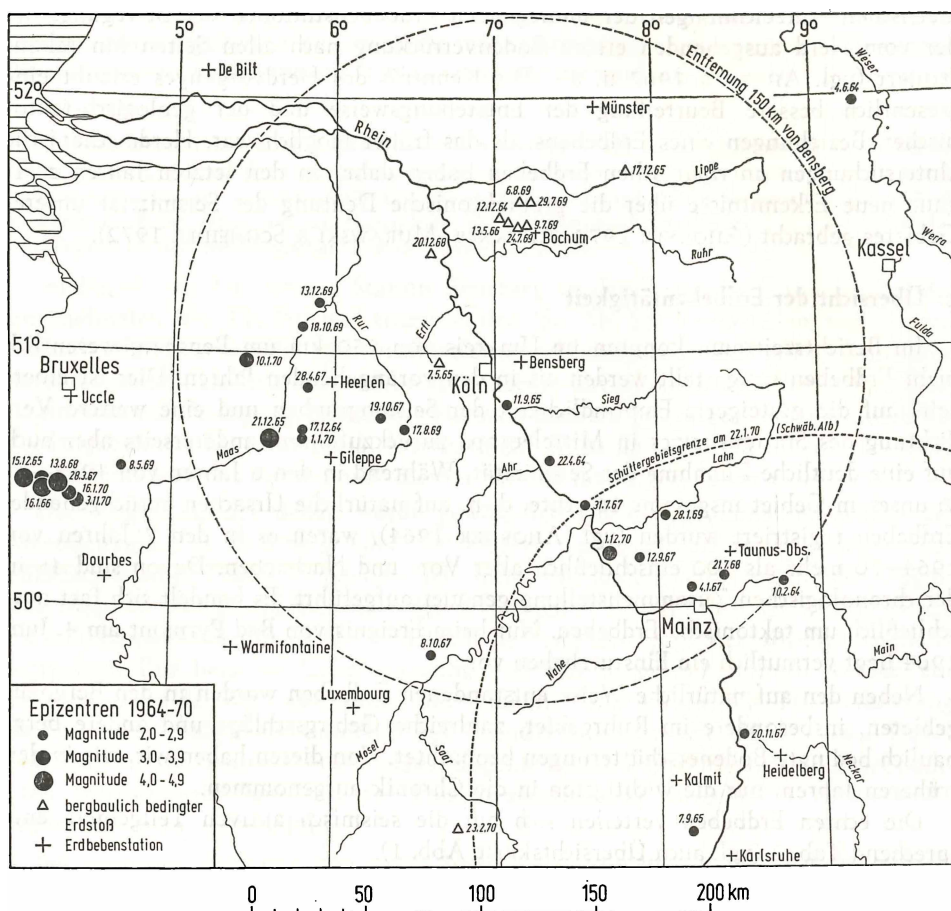


Abbildung 1. Erdbebenkarte für die Rheinlande und die angrenzenden Gebiete für den Zeitraum 1964—70.

bergbau umgeht, scheint es sich um tektonische Erdbeben zu handeln, bei deren Entstehung der Bergbau höchstens eine auslösende Rolle spielt.

An zweiter Stelle der Erdbebenhäufigkeit steht das **Niederrhein-Gebiet** (Niederrheinische Bucht mit Randgebieten einschließlich des Hohen Venns). Hier wurden allerdings nur verhältnismäßig leichte Erdbeben bis zur Maximalintensität IV und Magnitude 2,7 ausgelöst. Dies kommt auch in der Summe der freigesetzten seismischen Energie zum Ausdruck, die insgesamt um drei Zehnerpotenzen niedriger ist als im belgischen Gebiet. Die Erschütterungen gingen zumeist von Herden im Westteil des Niederrhein-Gebietes (Rurtal-Graben, Holländisch-Limburg, Hohes Venn) aus, vereinzelt auch vom Zentralteil und vom Südostteil der Niederrheinischen Bucht.

Im **Mittelrhein-Gebiet** (einschließlich Taunus und Hunsrück) setzte sich die schon in den Vorjahren zu beobachtende seismische Aktivität fort. Die neu aufgetretenen Erdbeben erreichten maximal die Intensität IV—V und die Magnitude 3,8. Das stärkste Beben fand im Raum Boppard statt. Andere wurden im Gebiet des Siebengebirges, im Neuwieder Becken und im Lahntal bei Limburg ausgelöst.

Auffallend gering war die Erdbeben­­tätigkeit im O b e r r h e i n - G e b i e t. Im nördlichen Teil des Oberrhein-Grabens, von Karlsruhe aus nach N, und im Mainzer Becken haben sich nur wenige und durchwegs schwache Beben bis zur Maximalintensität IV–V und Magnitude 2,8 ereignet. Damit erweist sich dieses Gebiet als das zur Zeit ruhigste der Rheinischen Erdbebenzone.

Die hier vorgelegte Erdbebenchronik ergänzt sich mit der vorangehenden zu einem detaillierten Erdbebenkatalog, welcher insgesamt 13 Jahre (von 1958–70) umfaßt. Bei Berücksichtigung der Empfindlichkeit der in Bensberg registrierenden Seismographen ist anzunehmen, daß der Katalog mit Sicherheit alle im Umkreis von 150 km um Bensberg ausgelösten Erdbeben der Magnitude $M \geq 2,5$ enthält. Damit eröffnet sich die Möglichkeit, für dieses Teilgebiet auf Grund eines homogenen Beobachtungsmaterials erdbebenstatistische Betrachtungen anzustellen. Von besonderem Interesse ist dabei die E r d b e b e n h ä u f i g k e i t in Abhängigkeit von der Magnitude. Die aus den Beobachtungen der Jahre 1958–70 abgeleiteten Häufigkeitswerte sind in der Abb. 2 graphisch dargestellt. Zum Vergleich sind die entsprechenden Daten für den Beobachtungszeitraum 1750–1957 aufgetragen. Das Datenmaterial dieses älteren, 208 Jahre umfassenden Beobachtungszeitraumes ist vermutlich nur für Beben der Magnitude $M \geq 4$ vollständig. Trotzdem erkennt man aus der Überlappung der beiden Bereiche, daß die Erdbebenhäufigkeit in den Jahren 1958–70 insgesamt normal war, d. h. dem langjährigen Durchschnitt ziemlich nahe kommt.

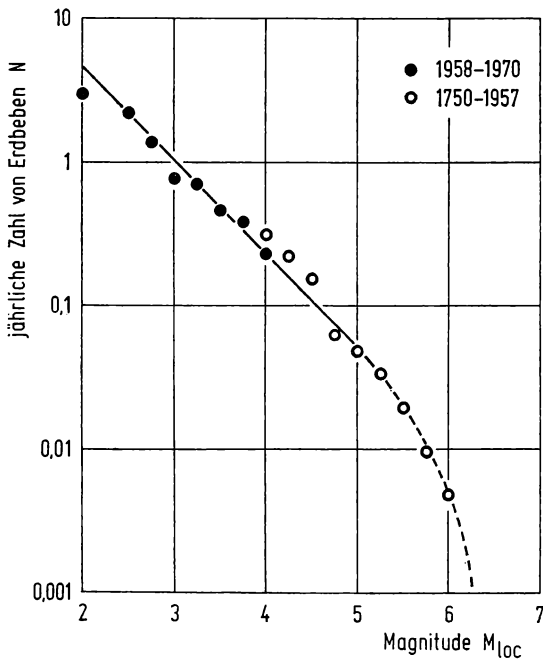


Abbildung 2. Beobachtete Magnituden-Häufigkeitsverteilung im Umkreis von 150 km um Bensberg. Dargestellt ist die jährliche Zahl von Erdbeben, die einen bestimmten Magnitudenwert übersteigen. Beobachtungszeitraum für die kleineren Magnituden 1958–1970, für die größeren Magnituden 1750–1957.

Wie in allen anderen Erdbebengebieten nimmt auch bei uns die Zahl der Beben mit kleiner werdender Magnitude stark zu. Im Bereich $2,5 < M < 5$ läßt sich die Magnituden-Häufigkeitsverteilung etwa durch die Beziehung

$$\log N = 2,10 - 0,72 M$$

ausdrücken. Hierin bedeutet N die jährliche Zahl von Erdbeben der Magnitude gleich oder größer M . Eine untere Begrenzung des auftretenden Magnitudenspektrums ist aus den Beobachtungen nicht abzuleiten. Dagegen zeichnet sich bei den höheren Magnituden durch die Krümmung der Magnituden-Häufigkeitslinie eine obere Begrenzung ab. Für das größte Erdbeben, das man im Umkreis von 150 km um Bensberg erwarten kann, läßt sich auf Grund des Kurvenabfalls die Maximalmagnitude $M_{\max} \approx 6,25$ abschätzen. Das ist etwa die Größenordnung des 1911 auf der Schwäbischen Alb ausgelösten Erdbebens. Das Dürener Erdbeben 1756, das bislang stärkste im Niederrhein-Gebiet beobachtete Beben (vgl. SIEBERG 1940, SCHWARZBACH 1951), erreichte etwa die Magnitude 6 (Maximalintensität VIII) und war damit nicht ganz so ereignisreich.

Aus der Erdbebenstatistik für 1750–1970 sind als Durchschnittswerte für die Erdbebenhäufigkeit im Umkreis von 150 km um Bensberg die in Tab. 3 angegebenen Werte zu berechnen.

Fühlbare Erdbeben der Magnitude $M \geq 2$ ereignen sich danach in den nördlichen Rheinlanden im langjährigen Durchschnitt etwa alle 3 Monate, Schadenbeben der Magnitude $M \geq 5$ etwa alle 20 Jahre und die schwersten zu erwartenden Erdbeben der Magnitude $M \approx 6$ etwa alle 200 Jahre. Die angegebenen Zahlenwerte beziehen sich auf ein Gebiet von rund 70 000 km². Für ein kleineres Gebiet ist die statistische Erwartungshäufigkeit natürlich entsprechend niedriger anzusetzen.

Tabelle 3. Durchschnittswerte der Erdbebenhäufigkeit im Umkreis von 150 km um Bensberg.

Magnitude gleich oder größer M	Anzahl der Beben in 10 Jahren N_{10}	durchschnittlicher Zeitabstand T_w
2	46	3 Monate
3	10	1 Jahr
4	2,3	4 Jahre
5	0,5	20 Jahre
6	0,05	200 Jahre

3. Chronologische Zusammenstellung

Die bergbaulich bedingten Erdstöße sind in der nachfolgenden Aufstellung zur Unterscheidung von echten Erdbeben durch einen vorgesetzten Stern (*) gekennzeichnet.

10. Februar 1964, 18^h 37^m MEZ. Leichtes Erdbeben im **M a i n g e b i e t** in der Gegend von Offenbach, Magnitude etwa 2,6; Maximalintensität IV–V; größte makroseismische Reichweite 6 km. Das Schüttergebiet umfaßt nach BERCKHEMER (1964, mit Isoleistenkarte) etwa 80 km² und beschränkt sich im wesentlichen auf das Stadtgebiet und die nähere Umgebung von Offenbach.

Registriert in Heidelberg, Bensberg, Stuttgart, Tübingen, Gräfenberg und auf dem Feldberg i. Schw. (D = 250 km). Makroseismisches Epizentrum 50° 06' N, 8° 46' E; Herdzeit 17^h 37^m 54^s GMT; Herdtiefe etwa 2 km (alle Herddaten nach BERCKHEMER).

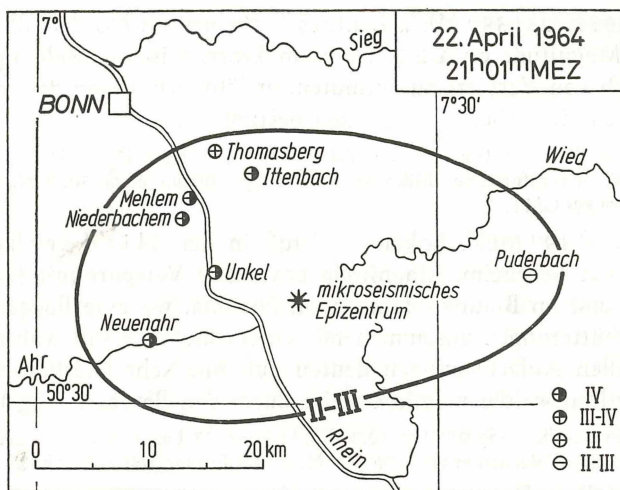


Abbildung 3. Makroseismische Beobachtungen bei dem Erdbeben im Siebengebirge am 22. April 1964.

22. April 1964, 21^h 08^m MEZ. Leichtes Erdbeben im Mittelrheingebiet in der Gegend südlich des Siebengebirges. Magnitude etwa 2,9; Maximalintensität IV; größte makroseismische Reichweite 20 km. Das fühlbar erschütterte Gebiet ist 800 km² groß (Abb. 3). In Ittenbach, Mehlem, Niederbachem, Unkel und Bad Neuenahr machte sich das Beben am deutlichsten bemerkbar (Bücher fielen um, hängende Gegenstände schwankten sichtbar, Wanduhr blieb stehen, ein starkes unterirdisches Grollen war zu hören). Der Herd ist nach den instrumentellen Aufzeichnungen im Gebiet nordöstlich von Linz zu suchen und war wohl der gleiche wie am 25. Juni und 11./12. November 1963 (vgl. AHORNER 1964).

Registriert in Bensberg (Pg 20^h 01^m 18.1^s GMT, Sg 20^h 01^m 23.2^s; D = 44 km), Heidelberg, Dourbes, Göttingen und Stuttgart (D = 243 km). Mikroseismisches Epizentrum 50° 35' N, 7° 20' E; Herdzeit 20^h 01^m 10.9^s GMT; Herdtiefe vermutlich 5–10 km.

4. Juni 1964, 23^h 28^m MEZ. Leichtes Erdbeben im Weserbergland bei Bad Pyrmont. Magnitude etwa 3,2; Maximalintensität IV–V; größte makroseismische Reichweite 15 km. Am stärksten verspürt in Bad Pyrmont (Schlafende erwachen, Klirren von Gläsern, Schwanken von hängenden Gegenständen); schwächer in Thal, Welsede, Amelgatzen, Schieder und Hameln. Der geologische Aufbau des Epizentralgebietes läßt auf ein Einsturzbeben infolge unterirdischer Materialablaugung schließen. Daß Subrosionsvorgänge im Gebiet von Bad Pyrmont eine Rolle spielen, bezeugen schon früher entstandene Erdfälle (HERRMAN 1968).

Registriert in Göttingen, Bensberg (Pg 22^h 28^m 52.2^s GMT, Sg 22^h 29^m 14.6^s; D = 183 km), Jena, Moxa, Heidelberg, Dourbes und Strasbourg (D = 392 km). Makroseismisches Epizentrum 51° 59' N, 9° 16' E; Herdzeit 22^h 28^m 20^s GMT; Herdtiefe vermutlich sehr gering.

*** 12. Dezember 1964, 21^h 13^m MEZ.** Lokalstoß im Ruhrgebiet. Nach Mitteilung der Erdbebenstation Bochum „ziemlich stark“ verspürt im Gelsenkirchener Stadtteil Buer-Erle.

Registriert in Bochum (Pg 20^h 13^m 05.7^s GMT) und Bensberg (Pg 20^h 13^m 14.7^s, Sg 20^h 13^m 23.8^s; D = 67 km). Herdzeit 20^h 13^m 03^s GMT.

und Eggenstein, mit Intensität III in Kandel und Herxheim. Das instrumentell bestimmte Epizentrum liegt nördlich von Kandel.

Registriert in Karlsruhe, Heidelberg, Strasbourg, Stuttgart, Tübingen, Bensberg und anderen Stationen bis Roselend ($D = 390$ km). Mikroseismisches Epizentrum $49^{\circ} 07' N$, $8^{\circ} 11' E$; Herzzeit $20^h 08^m 02^s$ GMT.

- 11. September 1965, $3^h 20^m$ MEZ.** Leichtes Erdbeben im Südostteil der Niederrheinischen Bucht bei Troisdorf. Magnitude etwa 2,5; Maximalintensität III—IV; größte makroseismische Reichweite 18 km. Die Wahrnehmungen konzentrieren sich auf die Gegend zwischen Siegburg und Wesseling (Abb. 4). In Troisdorf wurden viele Einwohner durch einen dumpfen Knall und ein heftiges Vibrieren der Häuser aus dem Schlaf gerissen. Nur noch schwach zu verspüren war dagegen das Beben in Köln, Hoffnungsthal und Bad Godesberg. Das makroseismische Schüttergebiet umfaßt insgesamt 700 km². Die mikroseismische Epizentralbestimmung ergab einen Punkt etwa 6 km südwestlich von Troisdorf. Da das Beben nur von wenigen Stationen auswertbar registriert wurde, ist die Lagebestimmung unsicher.

Registriert in Bensberg (+ Pg $02^h 20^m 11.5^s$ GMT, Sg $02^h 20^m 13.9^s$; $D = 21$ km), auf dem Taunus-Observatorium und in Dourbes ($D = 190$ km). Mikroseismisches Epizentrum etwa $50^{\circ} 48' N$, $7^{\circ} 03' E$; Herzzeit $2^h 20^m 08.0^s$ GMT.

- 11. September 1965, $3^h 21^m$ MEZ.** Sehr schwacher Nachstoß zum vorausgehenden Beben. Magnitude etwa 1,5. Möglicherweise in Troisdorf verspürt.

Registriert nur in Bensberg (Pg $02^h 21^m 45.9^s$ GMT, Sg $02^h 21^m 48.1^s$; $D = 20$ km). Herzzeit $2^h 21^m 42.5^s$ GMT.

- 15. Dezember 1965, $13^h 07^m$ MEZ.** Lokales Schadenbeben im belgischen Steinkohlengebiet zwischen Mons und Charleroi (Provinz Hainaut). Magnitude 4,4; Maximalintensität VII; größte makroseismische Reichweite 40 km.

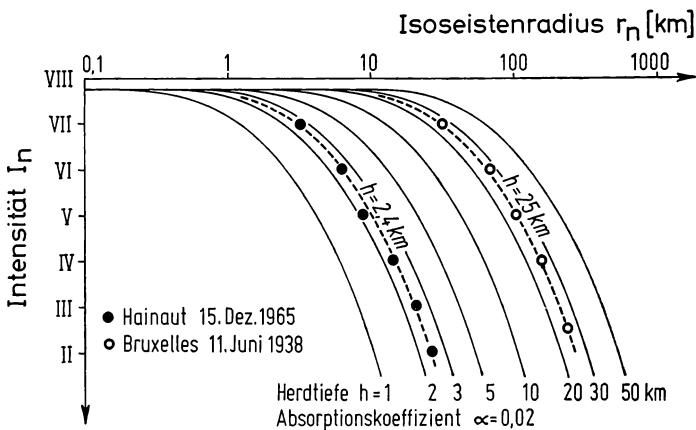


Abbildung 5. Makroseismische Herdtiefenbestimmung bei belgischen Erdbeben. Die dünn ausgezogenen Kurven geben die theoretische Intensitätsabnahme mit der Epizentralentfernung für die verschiedenen Herdtiefen an. Aus der beobachteten Intensitätsabnahme beim Erdbeben in der Provinz Hainaut am 15. 12. 1965 (schwarze Punkte und gestrichelte Kurve) ergibt sich die Herdtiefe $h = 2,4$ km. Isoleistenradien nach VAN GILS (1966). Zum Vergleich sind die Beobachtungswerte für das Brüsseler Erdbeben 1938 aufgetragen, welches bei annähernd gleicher Epizentralintensität eine wesentlich größere Herdtiefe ($h = 25$ km) aufweist.

Gebäudeschäden entstanden vor allem im Gebiet von Strepy-Bracquenies und Trivières, etwa 13 km östlich von Mons. Das fühlbar erschütterte Gebiet umfaßt rund 2000 km² (VAN GILS 1966, mit Isoseistenkarte). Bezeichnend für das Beben ist ein sehr rascher Intensitätsabfall vom Epizentrum nach außen, was auf eine hohe Absorption der seismischen Wellenenergie und auf eine sehr geringe Herdtiefe hindeutet (Abb. 5). VAN GILS gibt als Herdtiefe $h = 6,5$ km an, was aber sicherlich zu groß ist. Unsere Berechnung ergab $h = 2,4$ bei einem Absorptionskoeffizienten $\alpha = 0,02$. Der Herd scheint danach in sedimentären Festgesteinen des Paläozoikums (vermutlich des Unterkarbons) zu liegen und nicht im kristallinen Grundgebirge.

Dem Beben gingen zwei sehr schwache Vorbeben im Abstand von wenigen Sekunden voraus. Drei Nachbeben, die auch noch in größerer Entfernung registriert wurden, folgten ihm am gleichen Tag nach.

Das Auftreten in einem Bergbauggebiet und die sehr geringe Herdtiefe legen die Frage nahe, ob die Entstehung des Bebens in irgendeiner Weise mit dem Bergbau zusammenhängt. Eine Antwort hierauf ist nicht leicht zu geben. Zwar deutet die Richtungsverteilung der ersten Bodenbewegung an den umliegenden Erdbebenstationen auf einen Scherungsbruch (Schrägaufschiebung) im Herd entlang einer NW-SE streichenden Verwerfungsfläche, also auf einen Herdvorgang, der ganz dem eines tektonischen Bebens entspricht (Abb. 6 und AHORNER 1967). Aber die Orientierung der Hauptspannungen im Herd, insbesondere die Anordnung der größten Hauptspannung in SW-NE-Richtung, weicht wesentlich von der sonst in Mitteleuropa bei tektonischen Erdbeben zu beobachtenden Spannungsverteilung ab (vgl. AHORNER 1967, AHORNER, MURAWSKI & SCHNEIDER 1972 u. a.). Man kann daher zwar sagen, daß es sich bei dem vorliegenden

Hainaut 15. Dez. 1965 M=4,4 h=2,4 km

Hainaut 16. Jan. 1966 M=4,4 h=1,9 km

Hainaut 28. März 1967 M=4,6 h~3 km

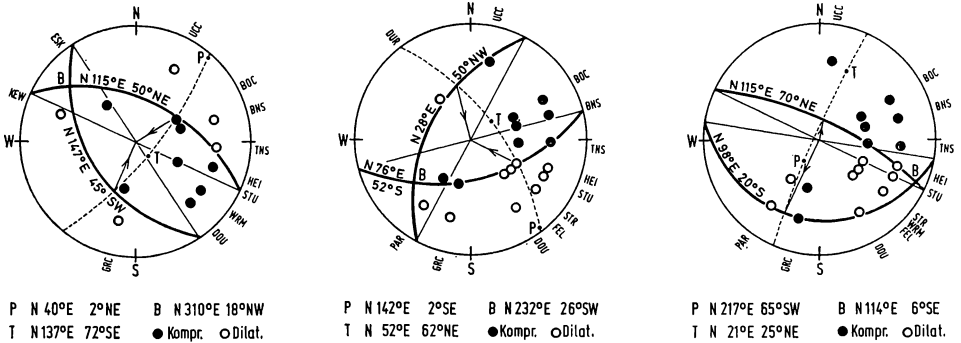


Abbildung 6. Herdflächen-Lösungen für Erdbeben im belgischen Steinkohlengebiet zwischen Mons und Charleroi (Provinz Hainaut). Projektion der unteren Hälfte der Herdkugel im Wulffschen Netz. Streichen und Fallen der Herdflächen (Verschiebungsfläche und Hilfsfläche) sowie die Richtungen der Hauptspannungen P, T und B (größte, kleinste und mittlere Hauptspannung) sind angegeben. Die initiale Bewegungsrichtung der P-Wellen an den umliegenden Erdbebenstationen ist an den Durchstichpunkten der Wellenstrahlen vermerkt. Kompression bedeutet Bewegung vom Herd weg. Dilatation Bewegung auf den Herd zu. Stationsabkürzungen nach der internationalen USCGS-Norm (z. B. BNS = Bensberg, BOC = Bochum, TNS = Taunus-Observatorium, HEI = Heidelberg, STU = Stuttgart).

Beben nicht um ein bergbaulich bedingtes Einsturzbeben oder einen normalen Gebirgsschlag gehandelt hat, es ist aber nicht völlig auszuschließen, daß der Bergbau bei der Bebenentstehung eine indirekte Rolle spielte, indem er bereits vorhandene tektonische Gebirgsspannungen durch eine Veränderung der Auflastverhältnisse oder auf andere Weise vorzeitig zur Auslösung brachte.

Die vorstehenden Überlegungen gelten sinngemäß auch für die anderen, weiter unten behandelten Erdbeben des belgischen Steinkohlenreviers zwischen Mons und Charleroi.

Das Hauptbeben wurde registriert in Uccle, Dourbes, Warmifontaine, Paris, Bensberg (+ Pn 12^h 07^m 49.5^s GMT, —Pg 12^h 07^m 53.8^s, Sg 12^h 08^m 19.5^s; D = 224 km) und an zahlreichen anderen Stationen bis Bagnères de Bigorre (D = 870 km). Makroseismisches Epizentrum 50° 29' N, 4° 05' E (nach VAN GILS 1966); Herzzeit 12^h 07^m 15.1^s GMT; Herdtiefe 2,4 km.

- 15. Dezember 1965, 15^h 02^m MEZ.** Stärkster Nachstoß zu dem vorstehenden Beben. Magnitude etwa 3,5. Über die makroseismischen Auswirkungen ist uns nichts bekannt.

Registriert bis Bensberg (Pn 14^h 02^m 49^s GMT, Sg 14^h 03^m 17^s; D = 224 km) und Lanslevillard (D = 605 km). Epizentrum wie oben. Herzzeit 14^h 02^m 13.5^s GMT.

- * **17. Dezember 1965, 4^h 57^m MEZ.** Kräftiger Gebirgsschlag im östlichen Ruhrgebiet in der Gegend von Hamm. Magnitude etwa 3,2. Im Untertagebetrieb der Zeche „Westfalen“ in Heessen bei Hamm gab es nach Mitteilung der Erdbebenstation Bochum mehrere Tote.

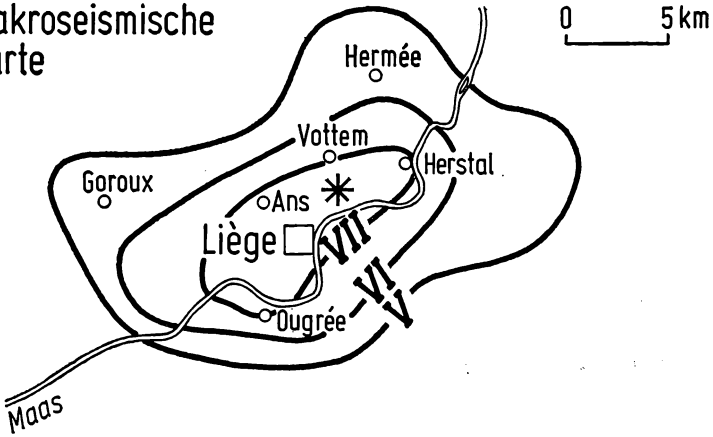
Registriert in Münster, Bochum, Bensberg (Pg 03^h 57^m 49.9^s GMT, Sg 03^h 58^m 04^s; D = 95 km), Taunus-Observatorium, Heidelberg, Moxa, Stuttgart und Strasbourg (D = 391 km). Epizentrum 51° 43' N, 7° 50' E; Herzzeit 3^h 57^m 33^s GMT.

- 21. Dezember 1965, 11^h 00^m MEZ.** Lokales Schadenbeben in Nordost-Belgien in der Gegend von Lüttich (Liège). Magnitude 4,4; Maximalintensität VII; größte makroseismische Reichweite 135 km. Das Beben verursachte im Stadtgebiet und in der näheren Umgebung von Lüttich zum Teil erhebliche Gebäudeschäden. Mehrere Fabrikschornsteine und die Decke einer Schule stürzten ein. Einige Personen erlitten durch Glassplitter und herabfallenden Verputz leichte Verletzungen. Das Schadensgebiet ist nach der Bearbeitung von VAN GILS (1966, mit Isoleistenkarte) eng begrenzt und umfaßt nur etwa 6 km². Schon in rund 15 km Entfernung vom Epizentrum ging die Intensität auf IV zurück (Abb. 7).

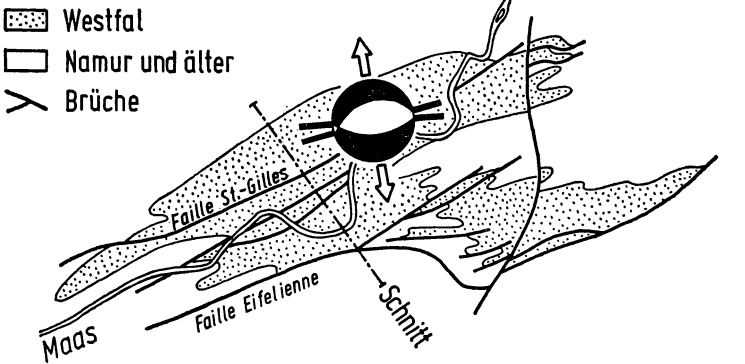
Auch in Deutschland wurde das Beben wahrgenommen. In der Aachener Gegend machte es sich noch mit Intensität III und III—IV, stellenweise auch mit IV bemerkbar. Auf der Zeche „Anna“ in Alsdorf beobachteten die Fördermaschinenisten ein Schwanken des Förderturmes und das Hin- und Herpendeln eines 6 m freihängenden Kranhakens um 10—15 cm. Aus Bonn, Köln, Düsseldorf, Wuppertal, Heiligenhaus und Mülheim a. d. Ruhr wird die Intensität II—III gemeldet.

Das sehr genau zu lokalisierende mikroseismische Epizentrum liegt 3 km nordöstlich von Lüttich. Wie schon beim Beben am 15. Dezember läßt der rasche Abfall der makroseismischen Intensität vom Epizentrum nach außen auf eine ganz geringe Herdtiefe schließen. Unsere Berechnung ergab $h = 1,8$ km bei einem Absorptionskoeffizienten $\alpha = 0,01$. Das bedeutet, daß der Herd in paläozoischen Gebirgsschichten zu suchen ist (Abb. 7). Die deutliche Längung des Schadensgebietes und der inneren Isoleisten in WSW-ENE Richtung ist so-

Makroseismische Karte



Geologische Karte



Geologischer Schnitt

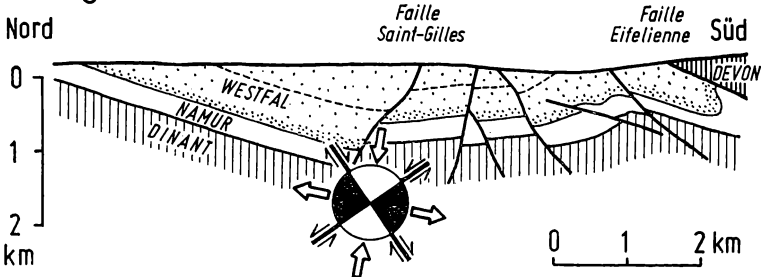


Abbildung 7. Geologische Beziehungen des Erdbebens bei Lüttich am 21. Dezember 1965. Die Herdkugel gibt die Lage des Herdes und den Herdmechanismus an (Zugspannungsquadranten schwarz, Druckspannungsquadranten weiß; vgl. Abb. 8). Das Beben geht auf eine seismische Abschiebung entlang einer SW-NE streichenden Fläche zurück. Die Zugspannungsrichtung liegt annähernd senkrecht zum Verlauf von bekannten geologischen Verwerfungen im Herdgebiet. Makroseismik nach VAN GILS (1966), Geologie nach FOURMARIER (1954).

wohl auf das Streichen der Gebirgsschichten, als auch auf die räumliche Anordnung der aktiven Herdverwerfung zurückzuführen. Für den Bewegungsvorgang im Herd ergibt sich nach Abb. 8 eine vertikale Schollenverschiebung (Abschiebung) entlang einer WNW-ESE verlaufenden Bruchfläche, die entweder mit 35° nach N oder mit 55° nach S einfällt. Möglicherweise hat sich die Bewegung entlang der „Faille Saint-Gilles“ abgespielt, einer durch den Bergbau erschlossenen Verwerfung, die das Herdgebiet in der angegebenen Richtung kreuzt (Abb. 7).

Besonders hervorzuheben ist, daß das Lütticher Erdbeben trotz der verhältnismäßig großen Magnitude von keinem nachweisbaren Vor- oder Nachbeben begleitet war.

Registriert in Heerlen, Uccle, Warmifontaine, Dourbes, Bensberg (—Pg $10^h 00^m 22.0^s$ GMT, Sg $10^h 00^m 36.0^s$; D = 117 km) und an zahlreichen anderen Stationen bis Bagnères de Bigorre (D = 925 km). Mikroseismisches Epizentrum $50^\circ 39.6' N$, $5^\circ 35.5' E$; Herdzeit $10^h 00^m 02.5^s$ GMT, Herdtiefe 1,8 km.

Liège 21. Dez. 1965 M = 4,4 h = 1,8 km

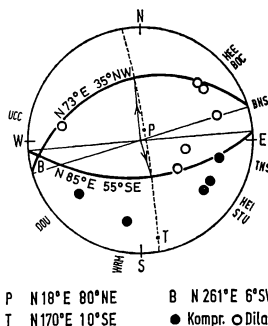


Abbildung 8. Herdflächen-Lösung für das Erdbeben bei Lüttich. Darstellung wie in Abb. 6.

16. Januar 1966, $1^h 13^m$ MEZ. Lokales Erdbeben im belgischen Steinkohlengebiet zwischen Mons und Charleroi (Provinz Hainaut). Magnitude etwa 3,7; Maximalintensität VI; größte makroseismische Reichweite 18 km. Die stärksten Erschütterungswirkungen wurden nach VAN GILS (1966, mit Isoleistenkarte) in Haïne-St. Pierre festgestellt, etwa 15 km nordwestlich von Charleroi. Das Schüttergebiet umfaßt rund 300 km².

Registriert in Uccle und Dourbes (D = 46 km). Makroseismisches Epizentrum $50^\circ 27' N$, $4^\circ 12' E$; Herdzeit $0^h 13^m 20.7^s$ GMT (beides nach VAN GILS 1966); Herdtiefe etwa 2 km.

Mit diesem Beben beginnt in der Gegend nordwestlich von Charleroi eine Erdbebenserie, die bis zum 11. März 1966 insgesamt 28 fühlbare Stöße mit sich brachte. Eine vollständige Liste der Beben hat VAN GILS (1966) veröffentlicht. Die Herdtiefen sind durchwegs sehr gering und übersteigen in keinem Fall den Wert von 2 km. Nur die stärkeren Stöße, die auch noch in Bensberg registriert wurden, sind nachstehend aufgeführt.

16. Januar 1966, $7^h 51^m$ MEZ. Lokales Erdbeben im belgischen Steinkohlengebiet zwischen Mons und Charleroi (Provinz Hainaut). Magnitude etwa 3,5; Maximalintensität VI; größte makroseismische Reichweite 25 km. VAN

GILS (1966, mit Isoleistenkarte) gibt als Zentrum des rund 750 km² großen Schüttergebietes den Ort Carnières an, etwa 18 km nordwestlich von Charleroi.

Registriert in Uccle, Dourbes, Bensberg (Pg 06^h 52^m 11.0^s GMT, Sg 06^h 52^m 34.4^s; D = 215 km), Garchy, Stuttgart, Collmberg und Pruhonice (D = 735 km). Makroseismisches Epizentrum 50° 26' N, 4° 13' E; Herdzeit 6^h 51^m 35.0^s GMT (beides nach VAN GILS 1966); Herdtiefe etwa 2 km.

- 16. Januar 1966, 13^h 32^m MEZ.** Lokales Schadenbeben im belgischen Steinkohlengbiet zwischen Mons und Charleroi (P r o v i n z H a i n a u t). Magnitude 4,4; Maximalintensität VII; größte makroseismische Reichweite 50 km. Mit diesem Beben erreicht die Erdbebenserie ihren Höhepunkt. Der Schwerpunkt des engbegrenzten Schadensgebietes lag etwa 13 km nordwestlich von Charleroi. In Chapelle-lez-Herlaimont, Trazegnies, Morlanwelz, Carnières, Pieton und anderen Orten stürzten etwa 100 Schornsteine um und wurden mehr als 600 beschädigt. Nähere Angaben finden sich bei VAN GILS (1966, mit Isoleistenkarte). Das makroseismische Schüttergebiet umfaßt etwa 3800 km² und reicht bis in die Gegend von Brüssel.

Die geringe Herdtiefe von $h = 1,9$ km bei einem Absorptionskoeffizienten von $\alpha = 0,01$ weist auf einen Ursprung des Bebens in sedimentären Festgesteinsschichten des Unterkarbon (Kohlenkalk). Hier kam es nach der herdmmechanischen Analyse vermutlich zu einer Schrägaufschiebung entlang einer SW-NE oder WSW-ENE streichenden Bruchfläche (Abb. 6). Da aus dem Gebiet westlich vom Herd keine Angaben über die Richtung der ersten Bodenbewegungen vorliegen, ist das Ergebnis der herdmmechanischen Analyse nicht ganz eindeutig.

Registriert in Uccle, Dourbes, Bensberg (+ Pn 12^h 33^m 22.6^s GMT, + Pg 12^h 33^m 26.8^s, Sg 12^h 33^m 50.5^s; D = 215 km) und an zahlreichen anderen Stationen bis Uinta Basin (D = 8050 km). Makroseismisches Epizentrum 50° 27' N, 4° 14' E (nach VAN GILS 1966); Herdzeit 12^h 32^m 51.1^s GMT; Herdtiefe 1,9 km.

- 24. Januar 1966, 23^h 13^s MEZ.** Sehr schwaches Lokalbeben im belgischen Steinkohlengbiet zwischen Mons und Charleroi (P r o v i n z H a i n a u t). Magnitude etwa 3,0. Nach VAN GILS (1966) verspürt mit Intensität III. Der Herd war vermutlich der gleiche wie bei den vorausgehenden Beben.

Registriert in Uccle, Dourbes, Bensberg (Sg 22^h 14^m 19.5^s GMT; D = 215 km), Moxa und Collmberg (D = 650 km). Herdzeit 22^h 13^m 20.7^s GMT.

- 3. Februar 1966, 7^h 51^m MEZ.** Sehr schwaches Lokalbeben im belgischen Steinkohlengbiet zwischen Mons und Charleroi (P r o v i n z H a i n a u t). Magnitude etwa 3,0. Verspürt mit Intensität II–III (VAN GILS 1966). Herdlage vermutlich wie bei den vorausgehenden Beben.

Registriert in Dourbes und Bensberg (Sg 06^h 52^m 42^s GMT; D = 215 km). Herdzeit 6^h 51^m 53.9^s GMT.

- * **13. Mai 1966, 21^h 18^m MEZ.** Lokalstoß im R u h r g e b i e t. Schwach verspürt in Gelsenkirchen.

Registriert in Bensberg (Pg 20^h 18^m 41.0^s GMT, Sg 20^h 18^m 49.5^s; D = 65 km). Herdzeit etwa 20^h 18^m 29.5^s GMT.

- 4. Januar 1967, 5^h 43^m, 8^h 20^m und 9^h 01^m MEZ.** Drei sehr leichte Erdbeben am S ü d r a n d d e s T a u n u s bei Wiesbaden, die von BERCKHEMER (1967, mit Isoleistenkarte) genauer untersucht wurden. Das erste und das dritte Beben erreichten die Magnitude 2–2,5 und die Maximalintensität IV. Erschüttert

wurde hauptsächlich das Stadtgebiet von Wiesbaden und einige benachbarte Gemeinden. Fläche des Schüttergebietes 120 km², größte makroseismische Reichweite 12 km. Das zweite Beben gegen 8^h 20^m war mit Magnitude 1,5—2 wesentlich schwächer und wurde nur von wenigen Leuten verspürt. BERCKHEMER vermutet den Herd der Erdstöße in geringer Tiefe unter dem nordwestlichen Stadtgebiet von Wiesbaden. Es ist anzunehmen, daß die seismische Aktivität mit jüngsten Bewegungsimpulsen an den Randbrüchen des Taunus gegen das Mainzer Becken zusammenhängt.

Registriert auf dem Taunus-Observatorium, in Heidelberg, Bensberg, Gräfenberg, Dourbes, Moxa und Collberg (D = 350 km). Epizentrum 50° 05' N, 8° 12' E; Herdzeiten 4^h 43^m 50.1^s, 7^h 20^m 00.5^s und 8^h 01^m 30.0^s GMT; Herdtiefe etwa 3 km (nach BERCKHEMER 1967).

- 28. März 1967, 16^h 49^m MEZ.** Lokales Schadenbeben im belgischen Steinkohlengbiet zwischen Mons und Charleroi (P r o v i n z H a i n a u t). Magnitude 4,6; Maximalintensität VII. Gebäudeschäden entstanden vor allem im Gebiet von Chapelle-lez-Herlaimont, Trazegnies und Pieton, etwa 12 km nordwestlich von Charleroi. Die Herdtiefe betrug nach Mitteilung der Erdbebenstation Uccle ungefähr 3 km und war damit ähnlich gering wie bei den früheren Beben in diesem Gebiet. Da eine Isoleistenkarte bislang noch nicht veröffentlicht wurde, läßt sich über Form und Größe des Schüttergebietes nichts angeben. Die Untersuchung des Herdvorganges weist auf einen vertikal gerichteten Scherungsbruch (Abschiebung) entlang einer WNW-ESE streichenden Verschiebungsfläche (Abb. 6).

Dem Hauptbeben folgten bis Ende April 1967 mindestens 24 Nachbeben, das stärkste ist unten gesondert aufgeführt.

Registriert in Uccle, Dourbes, Warmifontaine, Heerlen, Bensberg (+ Pn 15^h 49^m 57.8^s GMT, + Pg 15^h 50^m 01.8^s, Sg 15^h 50^m 25.7^s; D = 212 km) und an zahlreichen anderen Stationen bis Uppsala (D = 1345 km) und Uinta Basin (D = 8055 km). Makroseismisches Epizentrum 50° 27.5' N, 4° 17' E; Herdzeit 15^h 49^m 24.5^s GMT; Herdtiefe etwa 3 km (nach Uccle).

- 4. April 1967, 19^h 04^m MEZ.** Nachbeben im belgischen Steinkohlengbiet zwischen Mons und Charleroi (P r o v i n z H a i n a u t). Magnitude etwa 3,2. Über die makroseismischen Auswirkungen wurde nichts bekannt.

Registriert in Uccle, Dourbes, Warmifontaine, Bensberg (Sg 18^h 05^m 43.2^s GMT; D = 212 km) und an anderen Stationen bis Roselend (D = 560 km). Epizentrum vermutlich wie beim Hauptbeben; Herdzeit 18^h 04^m 47^s GMT.

- 28. April 1967, 17^h 05^m MEZ.** Lokaler Erdstoß in der holländischen Provinz S ü d - L i m b u r g. Magnitude etwa 2,4. Nach Angaben der Erdbebenstation Heerlen verspürt in Valkenburg, etwa 10 km östlich von Maastricht. Zwei sehr schwache Erschütterungen machten sich am gleichen Tag schon gegen 4^h 17^m und 6^h 03^m MEZ bemerkbar.

Registriert in Heerlen, Bensberg (Sg 16^h 05^m 35^s GMT; D = 95 km) und Dourbes (D = 135 km). Makroseismisches Epizentrum 50° 52' N, 5° 50' E; Herdzeit etwa 16^h 05^m 07^s GMT.

- 1. Mai 1967, 21^h 09^m MEZ.** Nachstoß in S ü d - L i m b u r g. Magnitude etwa 2. Verspürt in Valkenburg.

Registriert in Heerlen und Bensberg (Sg 20^h 10^m 06.5^s GMT; D = 95 km). Epizentrum wie oben; Herdzeit etwa 20^h 09^m 39^s GMT.

- 31. Juli 1967, 3^h 18^m MEZ.** Leichtes Erdbeben im N e u w i e d e r B e c k e n zwischen Koblenz und Neuwied. Magnitude etwa 2,6; Maximalintensität III; größte makroseismische Reichweite 20 km. Fühlbar erschüttert wurde der Ost-

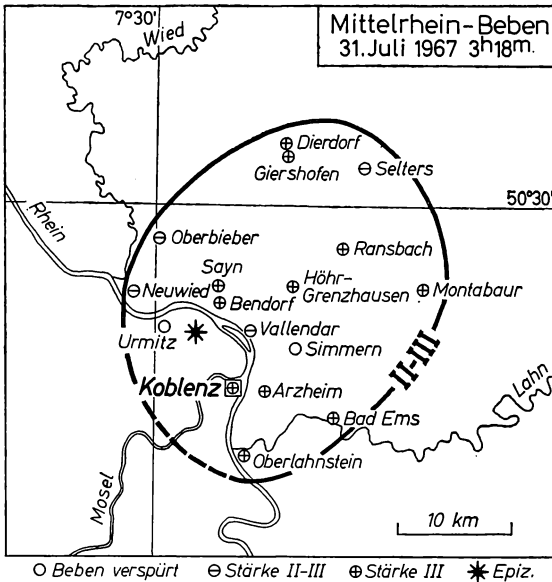


Abbildung 9. Makroseismische Beobachtungen bei dem Erdbeben im Neuwieder Becken am 31. Juli 1967.

teil des Neuwieder Beckens, der vordere Westerwald und das untere Lahntal (Abb.9). Der Schwerpunkt des rund 500 km² großen Schüttergebietes ist gegenüber dem mikroseismischen Epizentrum auffällig nach E verschoben. Es ist unklar, ob diese einseitige Energieausbreitung wirklich vorhanden war oder nur durch das unzulängliche Beobachtungsmaterial vorgetäuscht wird. Möglicherweise ist auch die instrumentelle Epizentralbestimmung fehlerhaft, denn sie stützt sich auf nur wenige Stationen mit zum Teil recht undeutlichen Seismogrammeinsätzen.

Registriert in Bensberg (–Pg 02^h 18^m 58.4^s GMT, Sg 02^h 19^m 06.5^s; D = 67 km), Taunus-Observatorium (+Pg 02^h 18^m 58.9^s GMT, Sg 02^h 19^m 06.3^s; D = 68 km), Luxemburg, Karlsruhe, Strasbourg, Dourbes, Stuttgart und Gräfenberg (D = 270 km). Mikroseismisches Epizentrum 50° 24' N, 7° 33' E; Herdzeit 2^h 18^m 47^s GMT.

- 12. September 1967, 10^h 31^m MEZ.** Leichtes Erdbeben am Nordabfall des Taunus bei Nastätten. Magnitude etwa 2,9. Eine verspätet eingeleitete Umfrage nach makroseismischen Beobachtungen hatte keinen Erfolg. Die instrumentellen Aufzeichnungen deuten auf ein Epizentrum im Umkreis von 5 km um Nastätten.

Registriert auf dem Taunus-Observatorium (+Pg 09^h 31^m 57.2^s GMT, Sg 09^h 32^m 01.6^s; D = 40 km), in Bensberg (+Pg 09^h 32^m 06.3^s GMT, Sg 09^h 32^m 18.0^s; D = 99 km), Heidelberg, Bühlerhöhe, Strasbourg, Stuttgart, Dourbes, Gräfenberg, Moxa und Clermont-Ferrand (D = 600 km). Mikroseismisches Epizentrum 50° 12' N, 7° 53' E; Herdzeit 9^h 31^m 50^s GMT.

- 8. Oktober 1967, 10^h 57^m MEZ.** Leichtes Erdbeben am Ostrand der Trierer Bucht. Magnitude etwa 2,8. Keine makroseismischen Meldungen. Es handelt sich offenbar um ein tektonisches Beben, das an den umliegenden Erdbebenstationen sehr gut registriert wurde, so daß das mikroseismische Epizentrum 7 km nordwestlich von Trier zuverlässig zu lokalisieren ist. Aus diesem Raum waren bisher keine Herde von tektonischen Erdbeben bekannt. Die

jetzt nachgewiesene seismische Aktivität läßt darauf schließen, daß die Bruchschollentektonik zumindest dieses Teiles der Trierer Bucht noch in der Gegenwart fortlebt.

Registriert in Bensberg (— Pg 09h 57m 36.8s GMT, Sg 09h 57m 56.5s; D = 133 km), Taunus-Observatorium, Dourbes, Heidelberg, Karlsruhe, Bühlerhöhe, Strasbourg, Welschbruch, Gräfenberg und an anderen Stationen bis Pruhonice (D = 570 km). Mikroseismisches Epizentrum 49° 49' N, 6° 36' E; Herdzeit 9h 57m 14.5s GMT.

- 19. Oktober 1967, 8^h 41^m MEZ.** Leichtes Erdbeben am Nordabfall des Hohen Venn. Magnitude etwa 2,5. Keine makroseismischen Meldungen. Das instrumentell bestimmte Epizentrum liegt etwa 3 km südwestlich von Gressenich. Dieser Ort wurde von den Schadenbeben, die in den Jahren 1755 und 1756 vom Nordabfall des Hohen Venn ausgingen, besonders stark betroffen (SIEBERG 1940).

Registriert in Heerlen (Pg 07h 41m 09.5s GMT, Sg 07h 41m 12s GMT; D = 27 km), Bensberg (+ Pg 07h 41m 17.1s GMT, Sg 07h 41m 24.6s; D = 67 km), Dourbes, Taunus-Observatorium, Welschbruch und an anderen Stationen bis St. Saulge (D = 460 km). Mikroseismisches Epizentrum 50° 45' N, 6° 17' E; Herdzeit 7h 41m 06s GMT.

- 20. November 1967, 2^h 02^m MEZ.** Sehr leichtes Erdbeben im Oberrheingraben bei Mannheim. Magnitude etwa 2,4. Keine makroseismischen Meldungen.

Registriert in Heidelberg (Pg 01h 02m 51.2s; D = 20 km), Taunus-Observatorium, Bühlerhöhe, Stuttgart, Strasbourg, Tübingen, Welschbruch und Haudompré (D = 230 km). Mikroseismisches Epizentrum etwa 49.5° N, 8.5° E; Herdzeit etwa 1h 02m 46s (nach BCIS).

- 21. Juli 1968, 1^h 57^m MEZ.** Örtlich eng begrenztes Erdbeben am Südrand des Taunus zwischen Frankfurt und Wiesbaden. Magnitude etwa 2; Maximalintensität IV; größte makroseismische Reichweite 5 km. Das von JACOB & HEINTKE (1969, mit Isoleistenkarte) genauer untersuchte Beben machte sich vor allem in Lorsbach, Eppstein und Langenheim bemerkbar. Die geringe Ausdehnung des Schüttergebietes spricht für eine sehr kleine Herdtiefe. Ob das Beben auf Bewegungen an der Taunus-Südrandstörung oder an quer dazu verlaufenden Störungen zurückzuführen ist, konnte nicht geklärt werden.

Registriert auf dem Taunus-Observatorium (+ Pg 00h 57m 40.1s GMT, Sg 00h 57m 41.9s; D = 11,5 km) und sehr schwach in Bensberg, Heidelberg, Bühlerhöhe und Stuttgart (D = 165 km). Makroseismisches Epizentrum 50° 07.4' N, 8° 24.3' E; Herdzeit 0h 57m 37.6s GMT; Herdtiefe etwa 1 km (nach JACOB & HEINTKE 1969).

- 12. August 1968, 8^h 26^m MEZ.** Lokales Erdbeben im belgischen Steinkohlengebiet zwischen Mons und Charleroi (P r o v i n z H a i n a u t). Magnitude etwa 3,5. Verspürt im Gebiet von La Louvière, etwa 17 km östlich von Mons. Hiermit beginnt in dieser Gegend eine Serie von 12 zumeist recht schwachen Beben, die bis zum 23. September anhält. Nur die stärkeren Stöße sind nachstehend vermerkt.

Registriert in Uccle, Dourbes, Warmifontaine, Bensberg (Pg 07h 27m 17.5s GMT, Sg 07h 27m 41.5s; D = 218 km) und an anderen Stationen bis Gräfenberg (D = 510 km). Makroseismisches Epizentrum etwa 50° 28' N, 4° 12' E; Herdzeit 7h 26m 41s GMT (nach Uccle).

- 13. August 1968, 17^h 40^m MEZ.** Lokales Erdbeben im belgischen Steinkohlengebiet bei La Louvière (P r o v i n z H a i n a u t). Magnitude etwa 2,9.

Registriert in Uccle, Dourbes, Warmifontaine, Bensberg (Sg 16h 41m 42.0s GMT; D = 218 km) und an anderen Stationen bis Welschbruch (D = 320 km). Epizentrum wie oben; Herdzeit 16h 40m 41s GMT (nach Uccle).

- 13. August 1968, 17^h 57^m MEZ.** Lokales Schadenbeben im belgischen Steinkohlengebiet bei La Louvière (P r o v i n z H a i n a u t). Magnitude etwa 4,0. Bei diesem stärksten Beben der Serie soll das Ausmaß der Gebäudeschäden beträchtlich gewesen sein; genauere Angaben liegen aber nicht vor.

Registriert in Uccle, Dourbes, Warmifontaine, Bensberg (+ Pn 16^h 57^m 47,0^s GMT, — Pg 16^h 57^m 51,5^s, Sg 16^h 58^m 16,0^s; D = 218 km) und an anderen Stationen bis Triest (D = 880 km). Makroseismisches Epizentrum 50° 28' N, 4° 12' E; Herdzeit 16^h 57^m 14^s GMT (nach Uccle). Mikroseismisches Epizentrum etwa 50,4° N, 4,2° E (nach BCIS).

- 23. September 1968, 5^h 08^m MEZ.** Lokales Erdbeben im belgischen Steinkohlengebiet bei La Louvière (P r o v i n z H a i n a u t). Magnitude etwa 2,8.

Registriert in Uccle, Dourbes, Warmifontaine, Bensberg (Sg 04^h 09^m 12,0^s GMT; D = 218 km) und an anderen Stationen bis Gräfenberg (D = 510 km). Epizentrum wie oben; Herdzeit 4^h 08^m 12^s GMT (nach Uccle).

- * **20. Dezember 1968, 22^h 46^m MEZ.** Lokalstoß im N i e d e r r h e i n - G e b i e t nördlich von Krefeld. Magnitude etwa 2,4. Verspürt mit Intensität III in Traar und Vennikel, mit Intensität II in Krefeld (hier ausschließlich in den oberen Stockwerken von Hochhäusern). Die instrumentellen Aufzeichnungen deuten auf eine oberflächennahe Gebirgsbewegung, die wohl durch den Steinkohlenbergbau der dortigen Gegend ausgelöst wurde.

Registriert in Bensberg (Pg 21^h 47^m 07,9^s GMT, Sg 21^h 47^m 16,5^s; D = 62 km), Dourbes und Moxa (D = 360 km). Makroseismisches Epizentrum 51° 23,5' N, 6° 36' E; Herdzeit 21^h 46^m 57^s GMT.

- 28. Januar 1969, 22^h 25^m MEZ.** Leichtes Erdbeben im L a h n - G e b i e t bei Limburg. Magnitude etwa 2,9; Maximalintensität IV; größte makroseismische Reichweite 30 km. Das rund 850 km² große Schüttergebiet ist in SW-NE Richtung, also im Streichen des Rheinischen Schiefergebirges, auffallend gelängt (Abb. 10). In der Gegend von Limburg, Diez und Hadamar wurden die stärksten Erschütterungswirkungen beobachtet (Fensterscheiben und Geschirr klirren

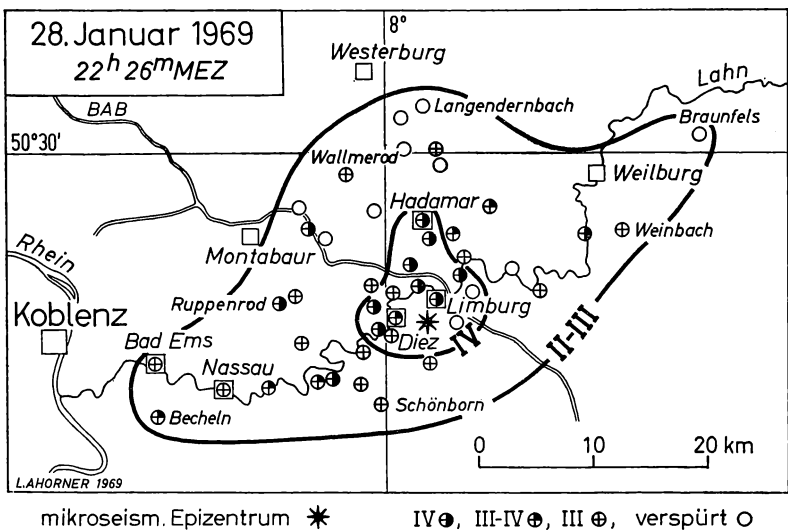


Abbildung 10. Isoseistenkarte des Limburger Erdbebens am 28. Januar 1969.

ten, ein Bild soll von der Wand gefallen sein); es entstanden aber keine Schäden. Die instrumentelle Epizentralbestimmung ergibt in guter Übereinstimmung mit den makroseismischen Daten einen Punkt dicht südwestlich von Limburg.

Der Herd des Limburger Bebens liegt im Verlauf einer tektonischen Schwächezone, die sich mit unterschiedlicher Deutlichkeit vom Oberrhein-Graben über die Idsteiner Senke, das Limburger Becken und die Gegend von Montabaur bis zum Siebengebirge und zur Niederrheinischen Bucht verfolgen läßt. Diese parallel zum Mittelrheintal verlaufende Zone zeichnet sich auf ihrer ganzen Länge durch eine schwache seismische Aktivität aus. An einzelnen Teilstücken der Zone, so am Westrand des Limburger Beckens (vgl. ANDRES 1967), lassen sich neben tertiären auch quartäre Schollenverstellungen nachweisen.

Registriert auf dem Taunus-Observatorium, in Bensberg (+ Pg 21^h 26^m 13.1^s GMT, Sg 21^h 26^m 24.8^s; D = 91 km), Heidelberg, Gileppe, Luxembourg, Bühlerhöhe, Stuttgart, Welschbruch, Gräfenberg, Dourbes und Moxa (D = 253 km). Mikroseismisches Epizentrum 50° 22' N, 8° 03' E; Herdzeit 21^h 25^m 58^s GMT; Herdtiefe normal (vermutlich 5—10 km).

8. Mai 1969, 11^h 23^m MEZ. Sehr leichtes Erdbeben in Belgien in der Gegend von Gembloux, nordwestlich von Namur.

Registriert in Dourbes, Gileppe und Bensberg (Pg 10^h 24^m 20.4^s GMT, Sg 10^h 24^m 39.5^s; D = 175 km). Epizentrum etwa 50° 33' N, 4° 41' E; Herdzeit 10^h 23^m 51^s GMT.

* **9. Juli 1969, 14^h 56^m MEZ.** Heftiger Lokalstoß im Ruhrgebiet. Magnitude etwa 2,4; Maximalintensität IV—V; größte makroseismische Reichweite 3 km. Verspürt in der Innenstadt und in den nördlichen Stadtteilen von Bochum (Fensterscheiben klirrten, Schreibmaschinen „tanzten“ auf den Tischen, Hängelampen schwankten). Als Zentrum des Schüttergebietes wird in Zeitungsberichten das stillgelegte Grubenfeld „Präsident“ genannt. Diese Epizentrallage und die sehr geringe Herdtiefe sprechen für einen bergbaulich bedingten Erdstoß.

Registriert in Bochum und Bensberg (Pg 13^h 56^m 47.4^s GMT, Sg 13^h 56^m 54.4^s; D = 58 km). Makroseismisches Epizentrum 51° 30' N, 7° 12' E; Herdzeit 13^h 56^m 37^s GMT; Herdtiefe weniger als 1 km.

* **24. Juli 1969, 16^h 47^m MEZ.** Lokalstoß im Ruhrgebiet. Magnitude etwa 2,2. Verspürt in der Innenstadt und in den nördlichen Stadtteilen von Bochum. Der Herd war wohl der gleiche wie bei dem vorausgehenden Beben.

Registriert in Bochum und Bensberg (Sg 15^h 47^m 35^s GMT; D = 58 km). Herdzeit etwa 15^h 14^m 17^s GMT.

* **29. Juli 1969, 23^h 39^m MEZ.** Lokalstoß im Ruhrgebiet. Verspürt mit Intensität IV im Raum Recklinghausen. Bewohner liefen auf die Straße, weil sie dachten, ein Lastwagen sei gegen ihr Haus geprallt. In Erkenschwick soll ein Vogelbauer von der Wand gefallen sein.

Registriert sehr schwach in Bensberg (Sg 22^h 39^m 44^s; D = 70 km). Makroseismisches Epizentrum etwa 50° 36' N, 7° 13' E; Herdzeit etwa 22^h 39^m 23^s GMT.

* **6. August 1969, 23^h 53^m MEZ.** Lokalstoß im Ruhrgebiet. Verspürt mit Intensität III—IV in Herten.

Registriert sehr schwach in Bensberg (Sg 22^h 53^m 33^s GMT; D = 70 km). Makroseismisches Epizentrum etwa 50° 36' N, 7° 13' E; Herdzeit etwa 22^h 53^m 12^s GMT.

17. August 1969, 7^h 30^m MEZ. Sehr leichtes Erdbeben am Westrand der Niederrheinischen Bucht. Magnitude etwa 2,5. Keine makroseismischen

Meldungen. Die Auswertung der Seismogramme ergab ein Epizentrum in der Gegend von Obermaubach, etwa 13 km südwestlich von Düren.

Registriert in Bensberg (Pg 06^h 31^m 07.9^s GMT, Sg 06^h 31^m 14.9^s; D = 60 km), Luxembourg und Dourbes (D = 146 km). Mikroseismisches Epizentrum etwa 50° 42' N, 6° 26' E; Herdzeit 6^h 30^m 57.5^s GMT.

- 18. Oktober 1969, 3^h 59^m MEZ.** Leichtes Erdbeben im Rurtal-Graben in der Gegend von Maeseck im belgisch-niederländischen Grenzgebiet. Magnitude etwa 2.6. Keine makroseismischen Meldungen.

Registriert in Bensberg (+ Pg 02^h 59^m 56.5^s GMT, Sg 03^h 00^m 08.0^s; D = 98 km), Dourbes und Warmifontaine (D = 144 km). Mikroseismisches Epizentrum etwa 51.1° N, 5.8° E; Herdzeit 2^h 59^m 40^s GMT.

- 13. Dezember 1969, 23^h 54^m MEZ.** Leichtes Erdbeben im Rurtal-Graben in der Gegend westlich von Roermond. Magnitude etwa 2,6. Keine makroseismischen Meldungen.

Registriert in Gileppe, Bensberg (+ Pg 22^h 55^m 00.2^s GMT, Sg 22^h 55^m 11.5^s; D = 93 km), Dourbes und Warmifontaine. Mikroseismisches Epizentrum etwa 51.2° N, 5.9° E; Herdzeit 22^h 54^m 44^s GMT.

- 1. Januar 1970, 23^h 03^m MEZ.** Leichtes Erdbeben in Nordost-Belgien in der Gegend von Herve (Provinz Lüttich). Magnitude etwa 2,8. Keine makroseismischen Meldungen.

Registriert in Gileppe, Warmifontaine, Bensberg (+ Pg 22^h 03^m 56.5^s GMT, Sg 22^h 04^m 08.2^s; D = 102 km), Dourbes und Welschbruch (D = 274 km). Mikroseismisches Epizentrum etwa 50° 40' N, 5° 48' E; Herdzeit 22^h 03^m 39^s GMT.

- 10. Januar 1970, 13^h 09^m MEZ.** Leichtes Erdbeben in Nordost-Belgien in der Gegend von Genk (Provinz Limburg). Magnitude etwa 3,3. Über die makroseismischen Auswirkungen wurde uns nichts bekannt, man muß aber annehmen, daß das Beben zu verspüren war. Das mikroseismische Epizentrum liegt 3 km westlich von Genk. Die Richtungsverteilung der ersten Bodenbewegung an den umliegenden Erdbebenstationen spricht für einen Blattverschiebungsmechanismus im Herd.

Registriert in Heerlen, Gileppe, Uccle, Dourbes, Bensberg (+ Pg 12^h 10^m 00.3^s GMT, Sg 12^h 10^m 14.0^s; D = 121 km), Warmifontaine, Bochum, Luxemburg, Münster, Welschbruch und an anderen Stationen bis Roselend (D = 590 km). Mikroseismisches Epizentrum 50° 58' N, 5° 27' E; Herdzeit 12^h 09^m 40.0^s GMT.

- 16./17. Januar 1970, 0^h 34^m MEZ.** Lokales Erdbeben im belgischen Steinkohlengebiet bei Charleroi (Provinz Hainaut). Magnitude etwa 3,0. Nach Mitteilung der Erdbebenstation Uccle verspürt im Gebiet von Fontaine l'Évêque, etwa 6 km westlich von Charleroi.

Registriert in Uccle, Dourbes, Warmifontaine, Gileppe, Bensberg (Sg 23^h 35^m 57.8^s GMT; D = 208 km) und an anderen Stationen bis Welschbruch (D = 308 km). Epizentrum 50° 26' N, 4° 22' E; Herdzeit 23^h 34^m 57^s GMT (nach Uccle).

- 22. Januar 1970, 16^h 26^m MEZ.** Ausgedehntes Schadenbeben auf der Schwäbischen Alb. Magnitude $M_{100} = 5,4$, $M_{LH} = 5,3$; Maximalintensität VII. Obgleich das Herdgebiet der Schwäbischen Alb weiter als 250 km von Bensberg entfernt liegt, wird dieses Beben hier erwähnt, denn es handelt sich um das energiereichste Beben in Deutschland seit dem Euskirchener Erdbeben vom 14. März 1951 (vgl. SCHWARZBACH 1951). Zu Gebäudeschäden kam es vor allem in Jungingen, Onstmettingen und Tailfingen. Auf der Burg Hohenzollern

stürzten über dem Eingang der Schloßkapelle zwei 20 m hohe Giebel zusammen. Das makroseismische Schüttergebiet umfaßt ganz Süddeutschland sowie Teile von Österreich, der Schweiz und Frankreichs. Nach N und NW reichen die Wahrnehmungen nach den in Bensberg eingegangenen Meldungen bis Fulda (Intensität IV), Koblenz (II), Eitelborn bei Koblenz (III), Bad Kreuznach (III) und Saarbrücken (IV) (vgl. hierzu die Abb. 1). Die größte makroseismische Reichweite beträgt in dieser Richtung 260 km. Dem Hauptbeben folgten mehr als 200 Nachbeben. Nähere Einzelheiten finden sich bei EMTER, SCHNEIDER & ZÜRN (1971).

Das Hauptbeben wurde bis zu einer Entfernung von 16 000 km registriert. Die Einsatzzeiten in Bensberg lauten: — Pn 15^h 26^m 04.1^s GMT, Pg 15^h 26^m 14.2^s, Sn 15^h 26^m 35.5^s, Sg 15^h 26^m 52.5^s; D = 325 km. Mikroseismisches Epizentrum 48° 19' N, 9° 02' E; Herdzeit 15^h 25^m 17.2^s GMT; Herdtiefe 8 km (nach Stuttgart).

- * 23. Februar 1970, 15^h 42^m MEZ. Lokalstoß in Lothringen in der Gegend von Merlebach, etwa 20 km südwestlich von Saarbrücken. Magnitude 2,8. Verspürt mit Intensität IV—V in Hombourg-Haut, mit Intensität III in Merlebach. Freyming und Saint-Avold (nach BCIS). Möglicherweise handelt es sich um einen Gebirgsschlag.

Registriert in Strasbourg, Luxembourg, Welschbruch, Dourbes, Bensberg (Sg 14^h 43^m 51^s; D = 206 km) und an anderen Stationen bis Collmberg (D = 505 km). Mikroseismisches Epizentrum 49° 08' N, 6° 46' E; Herdzeit 14^h 42^m 53^s GMT.

21. April 1970, 5^h 11^m MEZ. Sehr leichtes Erdbeben im Rheinland. Magnitude etwa 2,4. Keine makroseismischen Meldungen. Da das Beben nur an zwei Stationen registriert wurde, ist die Epizentralbestimmung nicht eindeutig. Als Herdgebiet kommt entweder die Gegend westlich von Ahrweiler oder westlich von Grevenbroich in Frage.

Registriert in Bensberg (Pg 04^h 12^m 07.6^s GMT, Sg 04^h 12^m 13.4^s; D = 50 km) und Dourbes (Pg 04^h 12^m 28.8^s GMT, Sg 04^h 12^m 49.0^s; D = 175 km). Herdzeit 4^h 11^m 59^s GMT.

3. November 1970, 9^h 46^m MEZ. Lokales Erdbeben im belgischen Steinkohlengebiet bei Charleroi (Provinz Hainaut). Magnitude etwa 3,8. Nach Mitteilung der Erdbebenstation Uccle verspürt im Gebiet von Marchienne-au-Pont, etwa 4 km südwestlich von Charleroi.

Registriert in Uccle, Dourbes, Bensberg (Pn 08^h 46^m 32.8^s GMT, Pg 08^h 46^m 35.2^s, Sg 08^h 46^m 57.0^s; D = 203 km) und an anderen Stationen bis Krakow (D = 1100 km). Epizentrum 50° 24' N, 4° 24' E; Herdzeit 8^h 46^m 00^s GMT (nach Uccle und BCIS).

3. November 1970, 13^h 07^m MEZ. Nachbeben im belgischen Steinkohlengebiet bei Marchienne-au-Pont. Magnitude etwa 3,0.

Registriert in Uccle, Dourbes und Bensberg (Pg 12^h 08^m 11^s GMT, Sg 12^h 08^m 33.0^s; D = 203 km). Epizentrum wie oben; Herdzeit 12^h 07^m 35^s GMT (nach Uccle).

1. Dezember 1970, 11^h 49^m MEZ. Mäßig starkes Erdbeben im Mittelrheingebiet in der Gegend von Boppard. Magnitude 3,8; Maximalintensität V; größte makroseismische Reichweite 75 km. Von diesem Beben liegt ein ungewöhnlich reichhaltiges makroseismisches Beobachtungsmaterial vor (mehr als 500 Meldungen aus 144 verschiedenen Orten). Das fühlbar erschütterte Gebiet ist 6800 km² groß und erstreckt sich von Idar-Oberstein im S bis Betzdorf im N und von Traben-Trarbach im W bis Limburg im E (Abb. 11).

Die stärksten Erschütterungswirkungen mit Intensität IV—V, stellenweise auch V, traten in der Gegend zwischen Bad Ems, Boppard und St. Goarshausen

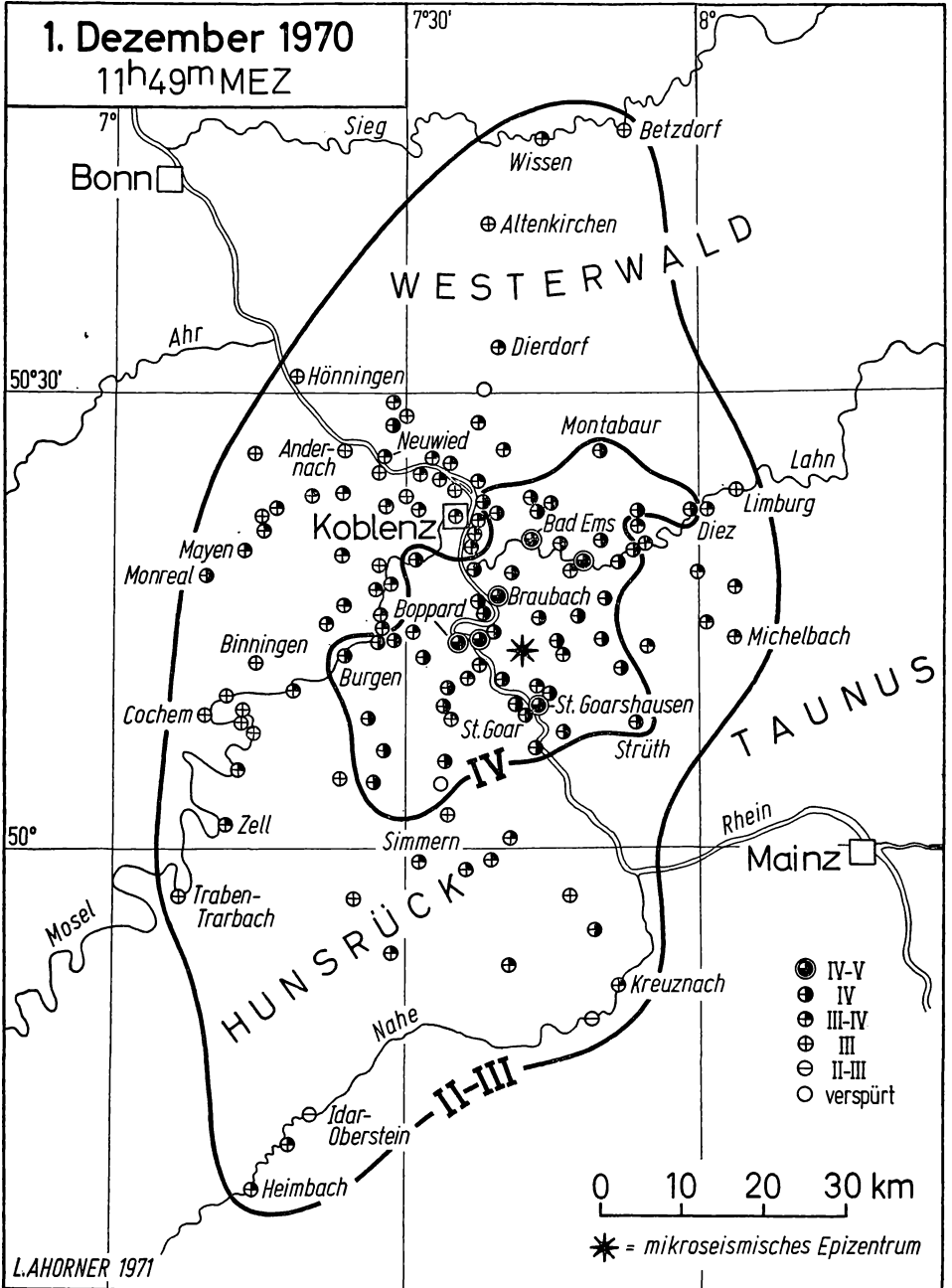


Abbildung 11. Isoseistenkarte des Erdbebens bei Boppard am 1. Dezember 1970.

auf. Hier verschoben sich Bilder an den Wänden, fielen Bücher aus den Regalen und Blumentöpfe von den Fensterbänken. Auch sehr geringfügige Gebäudeschäden sind in Einzelfällen zu verzeichnen. In Bad Ems soll nach Zeitungsberichten in der russisch-orthodoxen Kirche durch Erdbebenschäden der Gottesdienst in Frage gestellt gewesen sein. Aus Nassau wird von der Bildung feiner Mauerrisse und Abbröckeln des Verputzes berichtet, außerdem soll ein Schornstein gerissen sein. Ähnliche Einzelschäden wurden aus Braubach, Boppard, Kamp-Bornhofen und St. Goarshausen bekannt. Das an der Landebrücke im Rhein bei Boppard liegende Fährboot geriet bei dem Beben „ziemlich stark ins Schaukeln und erzeugte einen Wellenschlag wie ein schwerer Raddampfer“. Nicht ganz so heftig waren die Erschütterungen in Koblenz, wo die Intensität III—IV wohl kaum überschritten wurde. Interessant ist die Beobachtung eines Ingenieurs, welcher zum Zeitpunkt des Bebens die Paffendorfer Rheinbrücke beging und dabei starke Vertikalschwankungen des Brückenbauwerkes bemerkte, wie sie sonst selbst bei schwerstem Lastwagenverkehr nicht vorkommen. Vielerorts wurden zusammen mit der Bodenerschütterung ungewohnte Geräusche wahrgenommen. Teils wird von einem dumpfen Knall oder einer Detonation wie bei einer entfernten Sprengung berichtet, teils von einem unterirdischen Donnern oder Grollen. Ein Beobachter hatte den Eindruck, daß „im Untergrund eine riesige Dampfwalze fährt und auf ihrem Weg Glas zermalmt“.

Das aus den Registrierdaten der Erdbebenstationen berechnete Epizentrum liegt 8 km südöstlich von Boppard. Für die Herdtiefe erhält man auf Grund der makroseismischen Intensitätsverteilung den Wert $h = 10$ km bei einem Absorptionskoeffizienten $\alpha = 0,005$. Herdtiefen dieser Größenordnung kommen im Mittelrhein-Gebiet öfters vor. Auch das Schadenbeben von St. Goar 1846 (Magnitude 5,4, Maximalintensität VII), das bislang stärkste Beben am Mittelrhein, wurde in 10 km Tiefe ausgelöst. Sein Herd liegt nicht allzuweit von dem des Bopparder Erdbebens entfernt (vgl. AHORNER 1968).

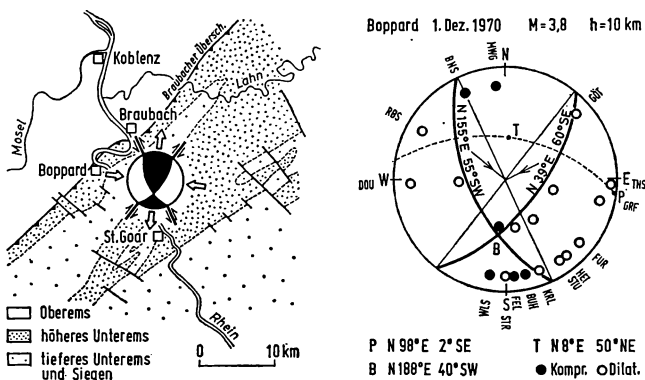


Abbildung 12. Geologische Beziehungen und Herdflächen-Lösung des Erdbebens von Boppard. Darstellung wie in den Abb. 6 und 7. Der Herdvorgang entspricht einer seismischen Schrägaufschubung mit vorherrschender horizontaler Bewegungskomponente. Die Verschiebungsfläche streicht entweder NW-SE (linkshändige Seitenverschiebung) oder SW-NE (rechtshändige Seitenverschiebung).

Der Herdvorgang des Bopparder Erdbebens ist nach der Vorzeichenverteilung der ersten Bodenbewegung als eine Schrägaufschubung mit vorwiegend horizontaler Bewegungskomponente zu charakterisieren (Abb. 12). Die seismische Verschiebungsfläche streicht entweder SW-NE und fällt mit 60° nach SE ein oder sie streicht NW-SE und fällt mit 55° nach SW ein. Im ersten Fall würde die Bruchfläche dem Streichen des varistischen Faltenbaues folgen, im zweiten Fall dem generellen Verlauf des Mittelrhein-Tales und der zahlreichen Querverwerfungen. Welche der beiden Möglichkeiten zutrifft, läßt sich allein auf Grund der seismometrischen Daten nicht entscheiden. Die allgemeine geologisch-tektonische Situation spricht mehr für eine NW-SE verlaufende Herdverwerfung. Wichtig ist in diesem Zusammenhang ein Hinweis von SOLLE (pers. Mitt. 1971), wonach das Epizentrum ziemlich genau in der SSE-Fortsetzung eines die devonischen Schichten durchsetzenden Grabenbruches von 300 m Sprunghöhe liegt. Allerdings sind bei einer Herdtiefe von 10 km nur noch sehr lose Beziehungen zur Oberflächengeologie zu erwarten. Ein wesentliches Ergebnis der herdmmechanischen Analyse des Bopparder Erdbebens ist, daß nun erstmals auch für das Mittelrhein-Gebiet der Nachweis einer seismotektonischen Horizontalverschiebung erbracht werden konnte.

Auffallend ist die deutliche Längung des makroseismischen Schüttergebietes in NNE-SSW Richtung, die weder durch den Herdmechanismus noch durch den oberflächengeologischen Bau zu erklären ist. Auch bei dem weiter südlich ausgelösten Erdbeben von Birkenfeld 1960 (vgl. AHORNER 1962, 1964) ergab sich diese Vorzugsrichtung, während man sonst bei den Erdbeben des Rheinischen Schiefergebirges eine Isoleistenstreckung in SW-NE Richtung, also parallel zum varistischen Faltenbau, feststellt. Möglicherweise ist eine bisher noch nicht bekannte, rheinisch verlaufende Tiefenstruktur für die NNE-SSW Vorzugsrichtung bei der Ausbreitung der seismischen Wellenenergie verantwortlich zu machen.

Registriert auf dem Taunus-Observatorium (— Pg $10^h 49^m 18.1^s$ GMT, Sg $10^h 49^m 23.7^s$; D = 53.5 km), in Bensberg (+ Pg $10^h 49^m 24.4^s$ GMT, Sg $10^h 49^m 36.8^s$; D = 91 km), Heidelberg, Bochum, Luxembourg, Karlsruhe, Bühlerhöhe, Warmifontaine, Strasbourg, Stuttgart, Göttingen, Dourbes, Gräfenberg und an zahlreichen anderen Stationen bis Uinta Basin, U.S.A. (D = 8250 km). Mikroseismisches Epizentrum $50^\circ 13' N$, $7^\circ 42' E$; Herdzeit $10^h 49^m 08^s$; Herdtiefe 10 km.

20. Dezember 1970, $14^h 48^m$ MEZ. Lokales Erdbeben im belgischen Steinkohlengebiet zwischen Mons und Charleroi (P r o v i n z H a i n a u t). Magnitude etwa 3,4. Nach Mitteilung der Erdbebenstation Uccle verspürt im Gebiet von La Louvière, etwa 17 km östlich von Mons. In diesem Raum fand im August und September 1968 eine Erdbebenserie statt (vgl. dort).

Registriert in Uccle, Dourbes, Bensberg (Pg $13^h 49^m 10.0^s$ GMT, Sg $13^h 49^m 35.0^s$; D = 210 km) und an anderen Stationen bis Collmburg (D = 620 km). Epizentrum $50^\circ 29' N$, $4^\circ 11' E$; Herdzeit $13^h 48^m 34^s$ GMT (nach Uccle).

Dem Direktor des Geologischen Instituts Köln und der Erdbebenstation Bensberg, Professor Dr. M. SCHWARZBACH, danke ich für mannigfache Unterstützung und die kritische Durchsicht des Manuskripts.

LITERATUR

- A h o r n e r, L. (1962): Das Erdbeben im Saar-Nahe-Becken vom 17. August 1960. — Sonderveröff. Geol. Inst. Köln 7, 1—24.
- (1964): Erdbebenchronik für die Rheinlande 1958—63. — *Decheniana* 117, 141—150.
- (1967): Herdmechanismen rheinischer Erdbeben und der seismotektonische Beanspruchungsplan im nordwestlichen Mittel-Europa. — Sonderveröff. Geol. Inst. Köln 13 (Schwarzbach-Heft), 109—130.
- (1968): Erdbeben und jüngste Tektonik im Braunkohlenrevier der Niederrheinischen Bucht. — *Z. deutsch. geol. Ges.* 118, 150—160.
- (1970): Seismo-tectonic relations between the graben zones of the Upper and Lower Rhine valley. — In: ILLIES, H. & MUELLER, St.: Graben Problems, pp. 155—166. Schweizerbart, Stuttgart.
- , M u r a w s k i, H. & S c h n e i d e r, G. (1972): Seismotektonische Traverse von der Nordsee bis zum Apennin. — *Geol. Rdsch.* 61 (im Druck).
- A n d r e s, W. (1967): Morphologische Untersuchungen im Limburger Becken und in der Idsteiner Senke. — *Rhein-Mainische Forsch.* 61, 1—88.
- B e r c k h e m e r, H. (1964): Das Erdbeben vom 10. 2. 1964 in Offenbach a. Main. — *Notizbl. hess. Landesamt Bodenforsch.* 92, 255—260.
- (1967): Die Erdstöße in Wiesbaden am 4. Januar 1967. — *Notizbl. hess. Landesamt Bodenforsch.* 95, 213—216.
- E m t e r, D., S c h n e i d e r, G. & Z ü r n, W. (1971): The 1969—70 Swabian Jura earthquakes. — *Obs. Roy. Belgique, Communications, Série Géophys.* 101, 129—133.
- F o u r m a r i e r, P. (1954): Prodomes d'une description géologique de la Belgique. — 826 pp., Liège.
- G i l s, v a n J. M. (1966): Les séismes des 15 et 21 décembre 1965 et du 16 janvier 1966. — *Obs. Roy. Belgique, Communications, Série Géophys.* 79, 1—27.
- H e r r m a n n, R. (1968): Auslaugung durch aufsteigende Mineralwässer als Ursache von Erdfällen bei Bad Pyrmont. — *Geol. Jb.* 85, 265—284.
- J a c o b, K. H. & H e i n t k e, H. (1969): Das Lorbacher Erdbeben vom 21. Juli 1968. — *Notizbl. hess. Landesamt Bodenforsch.* 97, 379—385.
- S i e b e r g, A. (1940): Beiträge zum Erdbebenkatalog Deutschlands und angrenzender Gebiete für die Jahre 58 bis 1799. — *Mitt. deutsch. Reichserdbebedienst* 2, 1—112.
- S p o n h e u e r, W. (1960): Methoden zur Herdtiefenbestimmung in der Makroseismik. — *Freib. Forschh.* C 88, 1—117.
- S c h w a r z b a c h, M. (1951): Die Erdbeben des Rheinlandes. — *Kölner geol. Hefte* 1, 1—28.
- (1951/52): Erdbebenchronik für die Rheinlande 1950—51 und Mitteilung über die Errichtung eines Erdbebenbeobachtungsdienstes der nördlichen Rheinlande. — *Decheniana* 105/106, 49—50.
- (1953): Erdbebenchronik für die Rheinlande 1952—53. — *Decheniana* 107, 119—122.
- (1956): Erdbebenchronik für die Rheinlande 1954—55. — *Decheniana* 109, 127.
- (1958): Erdbebenchronik für die Rheinlande 1956—57. — *Decheniana* 111, 73—77.

Ausdrift des Verfassers: Hauptobservator Dr. L. Ahorner, Erdbebenstation der Universität Köln, D-5060 Bensberg, Vinzenz-Pallotti-Straße 26.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Decheniana](#)

Jahr/Year: 1972

Band/Volume: [125](#)

Autor(en)/Author(s): Ahorner Ludwig

Artikel/Article: [Erdbebenchronik für die Rheinlande 1964—70 259-283](#)