



09/77732/PLA/DB/BZ/0001/03

Seismologische Verhältnisse und seismische Einwirkungen am Standort

Abschlussbericht

Teil 1: Seismologische Verhältnisse

Teil 2: Seismische Einwirkungen am Standort

Verfasser:

Dr. Götz-E. Gommlich
GSF – FB Asse

Stand:	31.01.2006
Revisionsnummer:	03

Teil 1

Seismologische Verhältnisse

Inhaltsverzeichnis:

	Seite
1 Seismologische Verhältnisse	3
1.1 Geologische und tektonische Gliederung des Standortraumes.....	4
1.2 Seismizität der den Standort umgebenden Regionen im Umkreis bis 50 km.....	5
1.3 Seismizität der den Standort umgebenden Regionen im Umkreis bis 200 km.....	7
1.4 Zusammenfassung.....	14
1.5 Literatur.....	15
1.6 Verzeichnis der Abbildungen.....	17
1.7 Verzeichnis der Tabellen.....	25

1 Seismologische Verhältnisse

Betrachtet man die Erdbebenkarte für die Bundesrepublik Deutschland (Abbildung 1-1), so erkennt man, dass der Standort Asse in einer Region liegt, in der Erdbeben äußerst selten sind. Auch die bei ihnen freigesetzte seismische Energie ist im Vergleich zu anderen Regionen sehr gering. Abbildung 1-2 zeigt die Verteilung der Schadenbeben für die Bundesrepublik Deutschland.

Zur Beschreibung der Seismizität eines Gebietes reicht der relativ kurze Zeitraum seit dem Beginn der Registrierung von Erdbeben mit kalibrierten Geräten nicht aus. Daher ist man auf Erdbebenbeschreibungen aus historischer Zeit angewiesen und gezwungen, nach Prüfung der Verlässlichkeit der Quelle die aufgeführten Beobachtungen gewissenhaft zu klassifizieren, um die erforderlichen Erdbebenparameter abzuschätzen. Der Umfang der Datenbasis wäre auch bezüglich der Zeiträume vor und nach der Installation seismographischer Stationen ungleich verteilt, da in früheren Zeiten nur wahrgenommene Erdbeben Eingang in Chroniken gefunden haben.

Mit seismischen Stationen werden Erdbeben erfasst, deren Wirkung weit unterhalb der Spürbarkeitsgrenze liegen und die zahlenmäßig erheblich häufiger auftreten als stärkere Beben. Anerkannte Verfahren zur Ableitung von Intensität, Herdtiefe und lokaler Magnitude aus Beobachtungen historischer Erdbeben stellen heute den Stand der Technik unter Einbeziehung wissenschaftlicher Forschungsergebnisse dar und sind in dem Erdbebenkatalog für die Bundesrepublik Deutschland mit Randgebieten für die Jahre 800 - 2004 von LEYDECKER (2005) berücksichtigt.

Die erdbebengeographische Einteilung der Bundesrepublik Deutschland wurde neu bearbeitet (LEYDECKER & AICHELE, 1998). Dabei wurden die Gebiete unterschiedlicher seismischer Aktivitäten unter Einbeziehung der geologischen Entwicklung und der tektonischen Verhältnisse besonders berücksichtigt und noch weitgehender unterteilt als in früheren Arbeiten (AHORNER et al., 1970). Die neue erdbebengeographische Einteilung der Bundesrepublik Deutschland ist in Abbildung 1-3 dargestellt.

Der Standort Asse, in der Abbildung 1-3 mit dem Sternsymbol (*) gekennzeichnet, ist mit den geographischen Koordinaten (Schacht Asse 2)

52°07'52,1" nördliche Breite

10°40'18,1" östliche Länge

festgelegt. Er liegt an der nördlichen Grenze der seismogeographischen Region Harz (HZ).

1.1 Geologische und tektonische Gliederung des Standortraumes

Die seismogeographische Region Harz (HZ) befindet sich im Norddeutschen Becken. Hier liegen mehrere 1000 m mächtige, überwiegend marine Sedimente auf dem variskisch gefalteten Grundgebirge. Dieses Gebiet war im Unterperm Festland, entwickelte sich dann überwiegend in ein Senkungsgebiet und wurde im Oberperm vom Zechsteinmeer überflutet. Es kam u. a. zu Ablagerungen von Stein- und Kalisalzen. Gegen Ende der Trias und zu Beginn des Jura geriet das Salz unter dem Überlagerungsdruck der neuen Sedimente in Bewegung. Infolgedessen kam es dadurch zu ersten Bildungen von Salzkissen und Salzstöcken. Auch werden tektonische Anstöße bei der Bildung einer Reihe von Salzstrukturen nachgewiesen (JARITZ, 1992).

Im Malm sank der südliche Teil des Beckens stärker ein und bildete das Niedersächsische Becken, in dem fast 1500 m mächtige Sedimente abgelagert wurden. Der nördliche Teil sank weniger stark ab und bildete die Pompeckjsche Scholle. In der Oberkreide hob sich das Niedersächsische Becken und wurde zur Niedersächsischen Scholle.

Die Grenze zwischen Pompeckjscher und Niedersächsischer Scholle liegt nach JARITZ (1973) entlang der Strukturen Wienhausen (SE Celle), Meißendorf (NW Celle), Blenhorst, Blockstedt und Molbergen (etwa bei Cloppenburg) (Abbildung 1-4). Diese Linie wurde in der Oberkreide angelegt, als sich die Niedersächsische Scholle im Norden auf die Pompeckjsche Scholle schob.

Die Südgrenze der Niedersächsischen Scholle wurde in der gleichen Zeit auf die Rheinische Masse aufgeschoben und bildete die Osning-Überschiebung. Das Gebiet zwischen Flechtinger Schwelle und dem Harz sowie die Hildesheimer Halbinsel werden aufgrund der gleichen tektonischen Entwicklung mit zur Niedersächsischen Scholle gezählt.

Von Bedeutung sind die großen Bruchstrukturen. Ihre Richtungen sind von den damals herrschenden Hauptspannungsrichtungen geprägt. Im Norddeutschen Raum herrschen die „herzynische“ Richtung (WNW - ESE) und die „rheinische“ Richtung (NNE - SSW) vor. Die „erzgebirgische“ Richtung (NE - SW) tritt kaum in Erscheinung. Die „herzynisch“ streichenden Strukturen wie z.B. das Allertal-Lineament dominieren in der Niedersächsischen Scholle.

Eine detaillierte geologische und tektonische Beschreibung des Gebietes für den Standort Asse findet man bei KOCKEL (1991).

Das Gebiet liegt im Bereich einer der wohl wichtigsten großtektonischen Elemente Nordwestdeutschlands. Diese tektonische Zone zeigt überwiegend NNE - SSW bis N - S streichende Strukturen im Westen und WNW - ESE bis NW - SE streichende Strukturen im Osten und trägt die Be-

zeichnung Braunschweig – Gifhorn - Bruchzone. Sie stellt die Ostgrenze des Niedersächsischen Beckens dar.

Die Begrenzungen der seismogeographischen Regionen basieren auf geologisch unterscheidbaren Bereichen und Bruchstrukturen im tiefen Untergrund. Die Braunschweig - Gifhorn - Bruchzone (BALDSCHUHN et al., 1994) bildet die Westgrenze der seismogeographischen Region Harz (HZ). Im Süden wird diese Region durch den Südrand des Harzes, im Norden durch das Allertallineament und im Osten entlang des Ostrand des Harzes abgegrenzt. Der Höhenzug Asse bildet das westliche Ende einer über 25 km bis nach Jerxheim reichenden NW - SE streichenden Salzaufstiegslinie (KLARR et al., 1987).

1983 wurde im Rahmen eines reflexionsseismischen Programms über die Asse im Bereich der Schachanlage Asse II auch eine Salzstockunterschließung von beiden Flanken her durchgeführt, bei deren Auswertung zwei nordfallende Abschiebungen mit einigen Zehnermetern Seigerverwurf im Sockel des Assehöhenzuges erkannt wurden. Tektonische Bewegungen an den subsalinaren Schollengrenzen unter der Asse sowie dem Elm haben vor allem an der Grenze Jura/Kreide („jungkimmerisch“) und in der höheren Oberkreide („subherzyn“) stattgefunden (KLARR et al., 1990). Jüngere Bewegungsphasen sind bisher nicht nachgewiesen worden.

1.2 Seismizität der den Standort umgebenden Regionen im Umkreis bis 50 km

Die Betrachtung der Seismizität innerhalb eines 200-km-Umkreises um einen Standort ist in Anlehnung an die KTA 2201.1 (Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen) erfolgt. Für die extreme Randlage des Standortes Asse in der seismogeographischen Region Harz ist es jedoch sinnvoll, für die Betrachtung die unmittelbare Nachbarbereiche einzubeziehen und einen 50-km-Umkreis zu beachten. Die Epizentralentfernungen wurden aus den geographischen Koordinaten (Erdbebenkatalog LEYDECKER, 2005) nach dem Algorithmus von RICHTER (1958) berechnet.

Der Umkreis bis 50 km Entfernung zum Standort liegt innerhalb der seismogeographischen Regionen Harz (HZ), Altmark (AM), Nördliches Niedersachsen und Holstein (NX) sowie Südliches Niedersachsen (SX). In der Abbildung 1-5 ist der 50-km-Umkreis um den Standort mit den Grenzen der seismogeographischen Regionen mit Epizentren von Beben dargestellt (zur leichteren Orientierung sind einige Städte eingezeichnet). Keine der aufgeführten Regionen liegt vollständig innerhalb des Umkreises.

Die Erdbeben dieser Regionen, deren Epizentren in dem 50-km-Umkreis liegen, sind in der Tabelle 1-20 als Auszug aus den vollständigen Tabellen 1-5 bis 1-7 und 1-14 chronologisch mit Angabe

wesentlicher seismologischer Parameter zusammengestellt. Die Intensitätsangaben erfolgen in Graden der Skala MSK 1964 (SPONHEUER, 1965). Die Kurzform dieser zwölfteiligen Skala ist in Tabelle 1-1 wiedergegeben. Die Tabelle 1-3 enthält die ab Tabelle 1-5 verwendeten Abkürzungen und Tabelle 1-4 beinhaltet die dort verwendeten Referenzangaben.

Die European Seismological Commission beschloss 1988, die MSK-Skala den heutigen Erfordernissen hinsichtlich neuer Konstruktions- und Bauweisen anzupassen. Das Ergebnis ist die European Macroseismic Scale 1998, die abgekürzt als EMS 1998 bezeichnet wird (EMS 1998). Die Kurzform der EM-Skala ist in Tabelle 1-2 wiedergegeben.

Da eine eindeutige Umrechnung von MSK- in EMS-Werte nicht möglich ist, kann auf die MSK-Klassifizierung, insbesondere bei den historischen Beben, nicht verzichtet werden. Die EMS kann im Intensitätsbereich zwischen IV und VII zu einer geringeren Intensität als die MSK-Skala führen. (BUSCHE et al., 2003)

In den Tabellen 1-5 bis 1-21 sind die Intensitätsangaben bei Verwendung der EMS mit * (Stern) gekennzeichnet.

Für den Standort wird die Intensität der Erschütterungen von starken Beben abgeschätzt. Im Allgemeinen nimmt die Intensität I mit wachsender Entfernung R vom Epizentrum ab. Auf der vereinfachenden Annahme eines homogenen und isotropen Untergrundes beruht die Funktion von KÖVESLIGETHY, die von SPONHEUER (1958) zur Berechnung von Herdtiefen angewendet wurde und hier nach der Intensitätsdifferenz $I_0 - I_R$ aufgelöst wurde. Somit ist es möglich, über die Epizentralintensität I_0 , die Epizentralentfernung R , die Herdtiefe h und den Energieabsorptionskoeffizienten α die Intensität I_R am Standort zu bestimmen.

$$I_0 - I_R = 3 \cdot \log \left(\frac{1}{h} \cdot \sqrt{h^2 + R^2} \right) + 1.3 \cdot \alpha \cdot (\sqrt{h^2 + R^2} - h)$$

mit

- I_0 = Epizentralintensität
- I_R = Intensität in der Entfernung R vom Epizentrum
- h = Herdtiefe [km]
- R = Entfernung vom Epizentrum [km]
- α = Absorptionskoeffizient [km^{-1}] ($0.05 \geq \alpha \geq 0.001$)

Die Abbildung 1-6 stellt die obige Funktionen für bergbauinduzierte (**B**; $h = 1 \text{ km}$, $\alpha = 0.01 \text{ km}^{-1}$) und tektonische Beben (**T**; $h = 10 \text{ km}$, $\alpha = 0.001 \text{ km}^{-1}$) dar, wobei jeweils entsprechend den Herdtiefen aus Gründen der Konservativität sehr kleine Absorptionskoeffizienten α angesetzt werden .

Für den 50-km-Umkreis sind insgesamt 5 Erdbeben innerhalb des Zeitraumes von 1409 bis jetzt bekannt (Tabelle 1 – 20). Es sind tektonische Beben aufgetreten (1409, 1908, 1994) und bergbauinduzierte Beben (1912, 1980). Das Beben mit der größten Intensität $I_0 = \text{VI MSK}$ war das tektonische Beben von 1409 mit dem Epizentrum bei Magdeburg (AM) und der Epizentralentfernung $R = 50 \pm 30 \text{ km}$ zum Standort.

Schätzt man die Intensität I_R **MSK** dieses Bebens für den Standort ab, so ist das Ergebnis konservativ, wenn die Epizentralentfernung unter Berücksichtigung des Fehlers auf $R = 20 \text{ km}$ zu Grunde gelegt wird. Die Intensität verringert sich um einen Grad auf $I_R = \text{V MSK}$ (Abbildung 1-6, Kurve T). Die Intensität $I = \text{V MSK}$ liegt vor, wenn hängende Gegenstände pendeln und viele Schlafende erwachen (Tabelle 1-1). Schäden an Gebäuden treten nicht ein. Damit kann das Beben am Standort noch verspürt worden sein, jedoch sind Gebäudeschäden auszuschließen.

Auch für das Beben aus dem Bergbauggebiet von Bad Grund kann abgeleitet werden, daß keine Schäden am Standort aufgetreten sein können. Die Epizentralintensität betrug $I_0 = \text{III - IV MSK}$. Bei der Epizentralentfernung von rund 40 km beträgt die Intensitätsdifferenz 5 Grade (Abbildung 1-6, Kurve B). Das Beben ist für den Standort bedeutungslos gewesen.

Gleiches gilt für die anderen Erdbeben innerhalb des 50-km-Umkreises, da ihre Epizentralintensitäten kleiner und zugehörigen Epizentralentfernungen größer als bei den hier behandelten Beben waren.

1.3 Seismizität der den Standort umgebenden Regionen im Umkreis bis 200 km

Im 200-km-Umkreis um den Standort Asse liegen folgende seismogeographische Regionen vollständig bzw. teilweise (Abbildung 1-5).

- Harz (HZ)
- Altmark (AM)
- Südliches Niedersachsen (SX)
- Hessische Senke (HS)
- Kalibergbauggebiet Werratal (WR)
- Zentral-Thüringen (CT)

- Süd-Harz Bergbaugebiet (HM)
- Zentral-Sachsen (CS)
- Nordost Deutschland (ND)
- Nördliches Niedersachsen und Holstein (NX)
- Teutoburger Wald (TW)
- Münsterland (MU)
- Ruhrgebiet (Bergbau) (RU)
- Östliches Rheinisches Schiefergebirge (RS)
- Nord-Franken (NF)
- Vogtland (VG)

Alle bekannten Beben, die innerhalb des 200-km-Umkreises auftraten und in diesen seismogeographischen Regionen liegen, sind in den Tabellen 1-5 bis 1-19 aufgeführt. Berücksichtigt werden aus diesen Zusammenstellungen nur die Beben, deren Epizentralentfernung über 50 km liegt.

Für die seismogeographischen Regionen Ruhrgebiet und Vogtland wird die Auswahl eingeschränkt, da ihre Bebenhäufigkeiten die übrigen bei weitem übersteigen und ihre Herde in nahezu lokal eng begrenzten Gebieten liegen. Vom Ruhrgebiet ist darüber hinaus bekannt, daß bisher dort keine tektonischen Beben auftraten und alle Erschütterungen als Folgen des Bergbaus zu werten sind.

Aus dem Ruhrgebiet sind aus dem Erdbebenkatalog 671 Ereignisse ausgewiesen, von denen 59 innerhalb des 200-km-Umkreises liegen; für das nächstgelegene beträgt die Epizentralentfernung 191 km. Vom Vogtland sind 4540 Beben bekannt. Für 323 Beben ist die Epizentralentfernung zum Standort bis zu 200 km groß. Das Minimum liegt bei 169 km. Mit Hilfe der obigen Gleichung ist die Intensitätsdifferenz $I_0 - I_R$ für Epizentralentfernungen ab 150 km und unterschiedliche Herdtiefen $h = 1$ km (Ruhrgebiet) bzw. 10 km (Vogtland) zu ermitteln. Die Energieabsorptionskoeffizienten α sind für beide Gebiete ebenfalls unterschiedlich (Abbildung 1-6, Kurven B und T).

Das Ergebnis dieser Abschätzung ist, daß die Intensitätsdifferenz $I_0 - I_R$ für das Ruhrgebiet 8 Grade MSK (Kurve B) und für das Vogtland 3,5 Grade MSK (Kurve T) beträgt. Es ist am Standort nur dann mit Auswirkungen von Beben aus den beiden Regionen zu rechnen ($I_R \geq III$ MSK), wenn die Epizentralintensitäten $I_0 = XI$ MSK (Ruhrgebiet) bzw. $I_0 = VI - VII$ MSK (Vogtland) erreichen oder übersteigen. Für das Ruhrgebiet ist eine so große Epizentralintensität auszuschließen. Daraus ergibt sich, daß für den Standort eine Berücksichtigung der bergbauinduzierten Beben aus dem Ruhrgebiet entfallen kann und für das Vogtland nur Beben ab der Epizentralintensität $I_0 = VI - VII$ MSK in der Tabelle berücksichtigt werden.

Seismizität der Region Harz (HZ) Tabelle 1-5

In der erdbebengeographischen Region Harz sind Beben erst ab 1894 nachgewiesen. Es traten überwiegend Erschütterungen durch bergbauliche Aktivitäten oder durch den Einsturz unterirdischer Hohlräume auf. Das Einsturzbeben bei Eisleben 1894 erreichte die Epizentralintensität $I_0 = VI$ MSK, was bedeutet, daß leichte Schäden an Gebäuden auftraten. Als Ursache ist in diesem Fall der Einsturz eines Hohlraumes anzusehen, der durch Auslaugung oberflächennahen Salzgesteins entstand.

Als tektonisches Beben ist das von 1908 bei Quedlinburg zu werten. Es hatte die Epizentralintensität $I_0 = III$ MSK, d.h. es wurde nur von wenigen Menschen verspürt. Der Intensitätsgrad $I = III$ MSK liegt weit unterhalb des Grades, bei dem erste Schäden an Gebäuden eintreten. Für seismische Aktivität an Störungssystemen in dieser Region gibt für diesen Zeitraum keine Hinweise. Seismisch ist die Region Harz in den vergangenen 1200 Jahren nicht auffällig gewesen.

Seismizität der Region Altmark (AM) Tabelle 1-6

In der Region Altmark sind nach bisherigen Erkenntnissen seit dem Jahr 997 bis zum heutigen Zeitpunkt 10 Beben zu verzeichnen, für die tektonische Vorgänge im tieferen Untergrund anzunehmen sind. Die Epizentralintensität $I_0 = VI$ MSK erreichten das Beben von 997. Für eine Epizentralentfernung von ca. 60 km ergibt sich aus Abbildung 1-6 (Kurve T) für die Intensität eine Minderung um etwa 2,5 Grade, d. h., das Beben könnte am Standort verspürt worden sein (Intensität $I_R = III - IV$ MSK).

Das bis vor 1996 bedeutende Beben von 1410 in der Prignitz mit dem Epizentrum zwischen Wittstock und Havelberg (damalige Epizentralintensität $I_0 = VII$ MSK) hat nach neuesten Erkenntnissen am 24.08.1409 nicht dort, sondern bei Magdeburg stattgefunden (GRÜNTHAL & MEIER, 1995). Es hat die Epizentralentfernung $R = 50 \pm 30$ km und die Epizentralintensität $I_0 = VI$ MSK erhalten. Es ist bei den Beben bis 50 km Epizentralentfernung behandelt worden.

Seismizität der Region Südliches Niedersachsen (SX) Tabelle 1-7

Die Region Südliches Niedersachsen reicht weit nach Westen bis an die Grenze zu den Niederlanden. Ihre Seismizität ist gering. Zwei Beben sind als Einsturzbeben einzustufen, die restlichen traten in Bergbaugebieten auf und sind diesen Aktivitäten zuzuordnen. Die Epizentralintensität des stärksten Bebens erreichte den Wert $I_0 = V$ MSK. Bei etwa 100 km Epizentralentfernung ist die Intensität am Standort bis an die Spürbarkeitsgrenze abgeklungen.

Seismizität der Region Hessische Senke (HS) Tabelle 1-8

In der Hessischen Senke treten im Vergleich zu den vorher behandelten Regionen viele Beben auf. Eine Zahl von etwa 10 Ereignissen in der Tabelle können Sprengungen gewesen sein. Das stärkste Beben ereignete sich 1767 bei Rotenburg / Fulda mit der Epizentralintensität $I_0 = VI - VII$ MSK. Es galt lange Zeit als Einsturzbeben (AHORNER et al., 1970) wurde jedoch wegen des großen Schütterradius von 70 km und dem Auftreten weiterer tektonischer Beben in der Nähe des Epizentrums des Bebens von 1767 jetzt als tektonisches Beben interpretiert (LEYDECKER et al., 1998). Die Epizentralentfernung zum Standort beträgt 140 km. Nach der gleichen Abschätzung wie vorher ergibt sich eine Abschwächung um 3,5 Grade (Abbildung 1-6, Kurve T) und kann daher am Standort verspürt worden sein ($I_R = III$ MSK).

Seismizität der Region Kalibergbaugebiet Werratal (WR) Tabelle 1-9

In dieser Region sind starke bergbauinduzierte Ereignisse aufgetreten. Sie haben teilweise die Epizentralintensität $I_0 = VII - VIII$ MSK erreicht oder sogar überschritten. Der Gebirgsschlag von Völkershäusen (1989) erreichte die Epizentralintensität $I_0 = VIII - IX$ MSK und hatte einen Schütterradius (Spürbarkeitsgrenze $I_{sp} = II - III$ MSK) von 140 km (LEYDECKER et al., 1998). Bei einer Epizentralentfernung von über 150 km liegt der Standort gerade außerhalb dieser Grenze. Schätzt man die Intensität am Standort mittels Abbildung 1-6 (Kurve B) ab, so erhält man für den Standort eine Intensitätsabnahme um 8 Grade, was die vorher getroffene Aussage bestätigt. Für den Standort ist daher keine Einwirkung anzunehmen.

Seismizität der Region Zentral-Thüringen (CT) Tabelle 1-10

In dieser Region treten überwiegend tektonische Beben auf. Als stärkstes Beben ist das von 1847 mit seinem Herd im Thüringer Wald zu nennen, bei dem die Epizentralintensität $I_0 = VI$ MSK erreicht wurde. Bei der Epizentralentfernung von fast 190 km zum Standort ist die Intensität dort jedoch auf einen unbedeutenden Wert abgeschwächt. Gleiches gilt für das Beben von 1785, das die Epizentralintensität V MSK aufwies und etwa 140 km entfernt vom Standort eintrat. Am häufigsten treten die Beben in Raum Jena / Stadtroda auf, der zum Standort in der Entfernung von rund 140 km liegt, wodurch die Intensitätsabnahme etwa 3.5 Grad beträgt.

Seismizität der Region Bergbaugebiet Süd-Harz (HM) Tabelle 1-11

Dieses Gebiet erstreckt sich vom Ohmgebirge bis in den Raum Sondershausen und stößt nördlich an den Südrand des Harzes. Hier sind bergbauinduzierte Ereignisse bekannt, die auf Grund des Kalibergbaus ausgelöst wurden. Ähnlich große Epizentralintensitäten wie im Werragebiet sind nicht aufgetreten. Als stärkstes Ereignis ist das von Bleicherode (1988, $I_0 = IV - V$ MSK) zu nennen, zu dem eine Epizentralentfernung zum Standort von etwa 70 km gehört. Bei dieser Entfernung nimmt die Intensität um über 6 Grade ab. Daraus folgt, daß am Standort von Ereignissen gleicher Intensität und Entfernung wie bisher keine Auswirkungen zu erwarten sind.

Die Seismizität der Region Zentral-Sachsen (CS) Tabelle 1-12

In dieser Region sind Beben keine Seltenheit. Starke Beben traten in den Gebieten Leipziger Bucht (1711, $I_0 = VI - VII$ MSK), Meißen (1553, $I_0 = VI - VII$ MSK) und Nordsachsen (827, 1088, $I_0 = VII - VIII$ MSK) auf. Die dazu gehörenden Epizentralentfernungen liegen zwischen 170 km und 225 km und waren damit so groß, daß am Standort keine Erschütterungen mehr verspürt wurden. Die geringsten Epizentralentfernungen liegen bei 100 km (1987, Köthen), und wenig darüber (1978, Halle und 1940, 1996, Teutschenthal). Bei den Ereignissen bei Teutschenthal handelt es sich um Gebirgsschläge, wobei beim ersten die Epizentralintensität $I_0 = VII - VIII$ MSK auftrat. Eine Auswirkung auf den Standort trat nicht ein und ist auch nach Abbildung 1-6 (Kurve B) nicht zu erwarten.

Seismizität der Region Nordost Deutschland (ND) Tabelle 1-13

Die seismogeographische Region Nordost Deutschland schließt sich nordöstlich an die Region Altmark an und reicht bis in die Ostsee und über die Lausitz bis an Polen. Die kürzesten Epizentralentfernungen liegen bei 125 km (1789, Plaue a.d. Havel, $I_0 = V$ MSK) und 160 km (1876, Werder/Potsdam, $I_0 = IV$ MSK). Auswirkungen dieser und vergleichbarer Beben sind am Standort auszuschließen.

Seismizität der Region Nördliches Niedersachsen und Holstein (NX) Tabelle 1-14

Die Region Nördliches Niedersachsen und Holstein schließt sich nördlich an die seismogeographische Region Südliches Niedersachsen an. Nach Norden reicht sie bis in die Nordsee, nach Westen bis über die Ostgrenze der Niederlande. Ganz im Westen der Region werden durch die Gewinnung von Erdöl und Erdgas seismische Ereignisse induziert. Sie haben also keinen tektonischen Ursprung. **Als** einzig sicher **nachgewiesene** Erdbeben tektonischen Ursprungs **gelten die** Beben von Soltau (1977, $I_0 = V - VI$ MSK) **und von Rotenburg (2004, $I_0 = V - VI$ EMS; LEYDECKER et al. (2004)).** Bei einer Epizentralentfernung von wenig über 100 km (Soltau) **und etwa 130 km (Rotenburg)** ist die Intensität bis zum Standort um mehr als 3 Grade abgeschwächt. Daher sind am Standort Asse keine Auswirkungen dieser Beben bekannt und auch nicht anzunehmen.

Bei Vergleichen der Intensitäten beider Erdbeben sind die unterschiedlichen Intensitätsskalen zu berücksichtigen. (BUSCHE et al., 2003)

Das Einsturzbeben von Lüneburg (1323), dem bislang die Epizentralintensität $I_0 = VII$ MSK zugemessen wurde, mußte nach Untersuchungen von STEINWACHS (1983) um einen Grad vermindert werden. Von LEYDECKER & KOPERA (1998) wird sogar vorgeschlagen, das Lüneburger Beben als zweifelhaftes Ereignis (Art: D in Tabelle 1-14) einzustufen, d.h. zweifelhaft erscheint, ob das Beben als Einsturzbeben zu bewerten ist, da die Hinweise dazu in Chroniken nicht ausreichend sicher sind und eher einen Erdfall vermuten lassen. Diesem kann dann aber nur die Epizentralintensität $I_0 = V$ MSK zuerkannt werden. Bei einer Epizentralentfernung von rund 125 km ist eine Abminderung der Intensität um mehr als 7 Grade abzulesen (Abbildung 1-6, Kurve B). Für den Standort sind dererlei Ereignisse ohne Bedeutung.

Seismizität der Region Teutoburger Wald (TW) Tabelle 1-15

Innerhalb des 200-km-Umkreises um den Standort liegt auch die seismogeographische Region Teutoburger Wald. In neuerer Zeit sind ausschließlich bergbauinduzierte Ereignisse bekannt geworden. In historischen Zeiten sind zwei Beben aufgetreten, (1612, Bielefeld, $I_0 = V - VI$ MSK und 1770, Alfhausen, $I_0 = VI$ MSK). Auch das Beben von Alfhausen wurde neu bewertet (MEIER & GRÜNTAL, 1992) und führte zu einer Epizentralintensität von $I_0 = VI$ MSK. Wegen der Epizentralentfernung von fast 200 km ist anzunehmen, daß es am Standort keine Auswirkungen gab (I_R etwa III MSK).

Seismizität der Region Münsterland (MU) Tabelle 1-16

Das Münsterland weist hauptsächlich bergbauinduzierte Ereignisse auf. Als natürliche Beben sind nur die Beben von Lippstadt (1767, $I_0 = V$ MSK) und Paderborn (1988, nicht verspürt) aufzuführen. Wegen der relativ großen Epizentralentfernung von über 160 km können Auswirkungen des Bebens von 1767 am Standort ausgeschlossen werden.

Seismizität der Region Ruhrgebiet (RU)

Das Ruhrgebiet ist frei von tektonischen Beben. Es werden ausschließlich zahlreiche bergbauinduzierte Ereignisse beobachtet. Wegen der lokalen Begrenzung, der zu großen Entfernung und der geringen Herdtiefe sind die Beben ohne Bedeutung für den Standort (siehe Abschätzung am Beginn dieses Abschnittes).

Seismizität der Region Östliches Rheinisches Schiefergebirge (RS) Tabelle 1-17

Von der seismogeographischen Region Östliches Rheinisches Schiefergebirge ragt nur der nordöstliche Teil in den 200-km-Umkreis um den Standort. Dorthin einzuordnen ist das nicht verspürte Beben von 1981 im Rothaargebirge westlich von Kassel. Selbst vom stärksten Beben (1348, Altenberger Abtei, $I_0 = VI$ MSK) dürften auf Grund der großen Epizentralentfernung von über 270 km keine Auswirkungen mehr am Standort aufgetreten sein.

Seismizität der Region Nord-Franken (NF) Tabelle 1-18

Im Norden dieser Region, die in den 200-km-Umkreis um den Standort hereinreicht, traten 1501 und 1834 zwei Beben auf, deren Epizentralentfernungen unterhalb 200 km lagen. Ihre Epizentralintensität wird mit dem Grad $I_0 = \text{III} - \text{IV MSK}$ angegeben. Ereignisse mit größeren Epizentralintensitäten als $I_0 = \text{IV} - \text{V MSK}$ sind in dieser Region bisher nicht aufgetreten. Auf Grund der Epizentralentfernung sind solche Ereignisse für den Standort ohne Bedeutung.

Seismizität der Region Vogtland (VG) Tabelle 1-19

Das Vogtland zählt zu den seismisch aktivsten Gebieten Deutschlands. Bekannt sind die Schwarmbeben, die im zeitlichen Abstand von etwa 50 Jahren auftreten und über wenige Monate andauern. Die meisten Beben davon werden nur meßtechnisch erfaßt und führen zu keinen Schäden an Gebäuden. Wegen der Vielzahl der Ereignisse sind in der Liste nur solche Beben aufgeführt, deren Epizentralintensität oberhalb $I_0 = \text{VI MSK}$ liegt.

Zu den stärksten Beben gehören die von 1346 (Gera, $I_0 = \text{VIII MSK}$), 1366 (Gera, $I_0 = \text{VII} - \text{VIII MSK}$) und 1872 (Posterstein, $I_0 = \text{VII} - \text{VIII MSK}$). Die zugehörigen Epizentralentfernungen liegen bei über 180 km. Aus Abbildung 1-6, (Kurve T) ist dafür eine Abschwächung um fast 4 Grade zu entnehmen. Das bedeutet, daß am Standort noch die Intensität $I_R = \text{III} - \text{IV MSK}$ geherrscht haben kann. Eine Gefährdung für den Standort ist daraus nicht abzuleiten.

1.4 Zusammenfassung

Der Norddeutsche Raum ist arm an Erdbeben im Vergleich zu anderen Gebieten in Deutschland. Der Standort Asse liegt in der erdbebengeographischen Region Harz, in der es in den vergangenen 1200 Jahren nur vereinzelt Beben gegeben hat. Eine seismisch aktive Zone zeichnet sich nicht ab. Die Beben hatten eine so geringe Epizentralintensität, daß sie keine schädigende Auswirkung auf den Standort hatten.

Die Seismizität der einzelnen Regionen wird kurz dargestellt und eine Zusammenstellung der Ereignisse nach seismischen Regionen unterteilt, jeweils in chronologischer Reihenfolge beigefügt. In der Tabelle 1-20 sind alle bekannten Erdbeben aufgelistet, deren Epizentren innerhalb des 50-km-Umkreises liegen.

Auch aus den benachbarten Regionen bis zu einer Entfernung von 200 km sind keine Beben bekannt, die auf den Standort eine Schadenwirkung hatten. Abgeschätzt wurde die Intensitätsabnahme vom Epizentrum bis zum Standort mittels der Gleichung von SPONHEUER (1958).

In Tabelle 1-21 sind alle bekannten Beben aufgelistet, deren Epizentralentfernung zwischen 50 km und 200 km liegt und deren Epizentralintensität größer als $I_0 = VI$ MSK ist.

In der seismogeographischen Region Harz hat es bisher keine Schadenbeben tektonischen Ursprungs gegeben. Von Erdbeben aus benachbarten Regionen mit größeren Epizentralintensitäten sind Einwirkungen am Standort nicht auszuschließen. Die Abschätzung der Intensitäten für den Standort ergibt, daß sie nicht über den Grad $I_0 = V$ MSK hinausgegangen sind (Magdeburg, 1409).

Exemplar für BMBF und BMU

1.5 Literatur

- AHORNER, L., MURAWSKI, H. & SCHNEIDER, G. (1970): Die Verbreitung von schadenverursachenden Erdbeben auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland. Versuch einer seismologischen Regionalisierung. Z. Geophys., 36, 313 – 343, Würzburg.
- BALDSCHUHN, R., FRISCH, U. & KOCKEL, F. (1994): Schollengliederung des Sockels in Nordwestdeutschland. Anlage 1.2 in: KOCKEL, F. & KRULL, P. (1995): Endlagerung stark wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen Deutschlands. Untersuchung und Bewertung von Salzformationen. Bericht Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. Archiv-Nr. Hannover: 11089, Hannover.
- BALDSCHUHN, R. & KOCKEL, F. (1996): Geotektonischer Atlas von NW-Deutschland. BGR Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover.
- EMS (1998): **European Macroseismic Scale 1998. –European Seismological Commission-GRÜNTAL, G., MUSSON, R.M.W., SCHWARZ, J., STUCCHI, M. (eds.) – Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Seismologie. Vol. 15, 99 pp. Conseil de l'Europe, Luxembourg. ESC Working Group „Macroseismic Scales“, Editor G. Grünthal, GfZ Potsdam, Luxembourg**
- BUSCHE, H., LEYDECKER, G. & SCHMITT, T. (2003): **Auswirkungen von Unterschieden zwischen MSK-Skala und EMS. - Mitteilungen, Deutsche Geophysikalische Gesellschaft (DGG), ISSN 0934-6554, Nr. 2/2003, S. 11-15, Hannover 2003.**
- GRÜNTAL, G. & MEIER, R. (1995): Das „Prignitz - Erdbeben von 1409. Brandenburgische Geowiss. Beitr., 2, 2, 5 – 27, Kleinmachnow.
- JARITZ, W. (1973): Zur Entstehung der Salzstrukturen Nordwestdeutschlands. Geol. Jb., A 10, 3 – 83, Hannover.
- JARITZ, W. (1992): Fortschritte und offene Fragen zur Entstehung der Salzstrukturen NW-Deutschlands. – In: Salz in Niedersachsen Nds. Akad. Geowiss. Veröffl., Heft 8, 16 – 24, Hannover.
- KOCKEL, F. (1991): Die Strukturen im Untergrund des Braunschweiger Landes Geol. Jb. A 127, 391 – 404, Hannover.
- KLARR, K., RICHTER-BERNBURG, G. & ROTHFUCHS, T. (1987): Schachanlage Asse der Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH, München.- Der Zechstein in der Asse südöstlich Braunschweig und geowissenschaftliche Versuche zur Endlagerung hochradioaktiver Abfälle. Int. Symp. Zechstein 87, 101 – 122, Wiesbaden.
- KLARR, K., KOLDITZ, H., KULL, H., SCHMIDT, M. W., SCHWEINSBERG, A., STEINBERG, S., STARKE, C. & WALLMÜLLER, R. (1990): Erstellung von Tiefbohrungen auf der Südflanke der Asse. Abschlußbericht. GSF-Bericht 36/90, TL 40/90, GSF – Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, GmbH, Neuherberg.

- KTA 2201.1 (6/90): Sicherheitstechnische Regel des Kerntechnischen Ausschusses (KTA), Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen, Teil:1 Fassung 6/90. Carl Heymanns Verlag KG, Berlin.
- LEYDECKER, G. & AICHELE, H. (1998): The Seismogeographical Regionalisation for Germany.- The Prime Example of Third Level Regionalisation.--Geol. Jahrbuch, Reihe E, 55, 85 – 98, 6 Figs., 1 Tab., Hannover.
- LEYDECKER, G. (1999): Earthquake Catalogue for the Federal Republic of Germany and Adjacent Areas for the Years 800 –1994 (for Damaging Earthquakes till 1998). Datafile. Federal Institute for Geosciences and Natural Resources, Hannover.
- LEYDECKER, G.,(1986): Erdbebenkatalog für die Bundesrepublik Deutschland mit Randgebieten für die Jahre 1000-1981.-Geol.Jahrbuch E36. ISSN 0341-6437. Hannover, Germany.
- LEYDECKER, G. (2005): Earthquake Catalogue for the Federal Republic of Germany and Adjacent Areas for the Years 800 - 2004, -- Datafile: <http://www.bgr.de/quakecat>. - Federal Institute for Geosciences and Natural Resources, Stilleweg 2, D-30655 Hannover, Germany.
- LEYDECKER, G., GRÜNTAL, G. & AHORNER, L. (1998): Der Gebirgsschlag vom 13. März 1989 bei Völkershäusen im Kalibergbaugebiet des Werratal – Makroseismische Beobachtungen und Analysen. Geol.Jb., E55, 5 – 24, Hannover.
- LEYDECKER, G. & KOPERA, J. R. (1998): Das Erdbeben von Lüneburg aus dem Jahre 1323. In: Erdbeben in Deutschland 1993. Berichte der deutschen seismologischen Observatorien mit dem Katalog wichtiger Weltbeben. Herausgegeben von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, 35 – 37, Hannover.
- LEYDECKER; G., KAISER, D., BUSCHE, H. & SCHMITT, T. (2004): Makroseismische Bearbeitung des Erdbebens vom 20. Okt. 2004 östlich Rotenburg (Wümme) im Norddeutschen Tiefland
- MEIER, R. & GRÜNTAL, G. (1992): Eine Neubewertung des Erdbebens vom 3. September 1770 bei Alfhausen (Niedersachsen). Osnabrücker naturwiss. Mitt. ,18; 67 – 80, Osnabrück.
- RICHTER, C.F. (1958): Elementary Seismology; S. 701-704, Verlag W.H.Freeman and Co.. San Francisco and London.
- SPONHEUER, W. (1958): Die Tiefen der Erdbeben in Deutschland auf Grund makroseismischer Berechnungen. Ann. di Geofisica, 11, 157 – 167, Milano.
- SPONHEUER, W. (1965): Bericht über die Weiterentwicklung der seismischen Skala. – Veröff. Inst. f. Geodyn., Heft 8; S. 1 – 21. Jena.
- STEINWACHS, M. (1983). Die historischen Quellen eines Erdbebens zu Lüneburg anno 1323. Geol.Jb., E26, 77 – 90, Hannover.

1.6 Verzeichnis der Abbildungen:

- Abbildung 1-1 Erdbebenepizentren in der Bundesrepublik Deutschland für den Zeitraum 800 – 2004 (LEYDECKER, 2005)
- Abbildung 1-2 Schadenbeben in der Bundesrepublik Deutschland für den Zeitraum 800 – 2004 (LEYDECKER, 2005)
- Abbildung 1-3 Erdbebengeographische Einteilung der Bundesrepublik Deutschland (LEYDECKER & AICHELE, 1998)
- Abbildung 1-4 Abgedeckte geologische Karte der Unterkreidebasis Blatt SE aus: Geotektonischer Atlas von NW-Deutschland (BALDSCHUHN & KOCKEL, 1996)
- Abbildung 1-5 Seismogeographische Einheiten um den Standort Asse bis ca. 200 km Entfernung
- Abbildung 1-6 Intensitätsabnahme für tektonische Beben (T) und bergbauinduzierte Beben (B) mit der Epizentralentfernung R [km] in Abhängigkeit der Herdtiefen h [km] und der Energieabsorptionskoeffizienten α [km⁻¹]

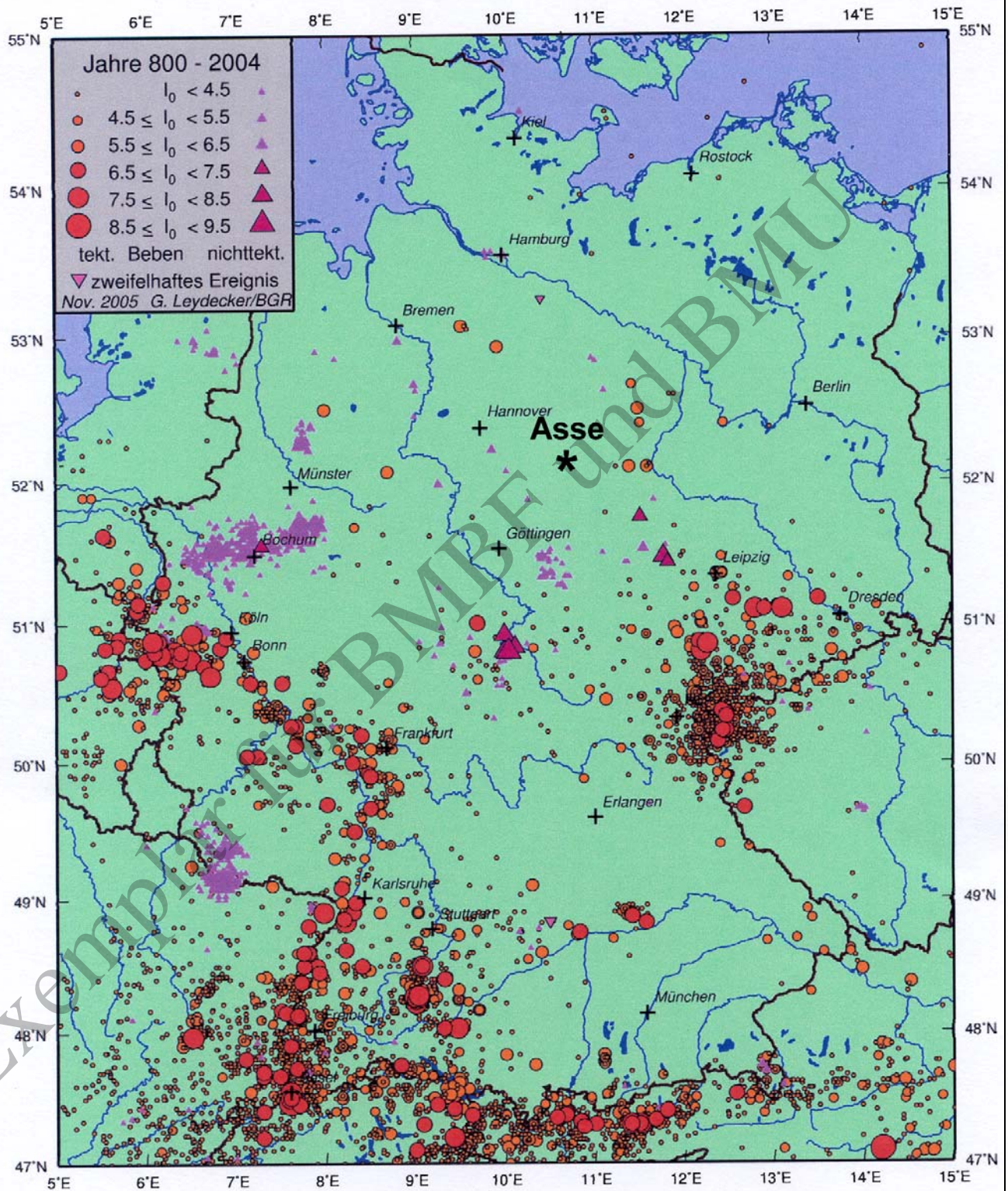


Abbildung 1-1: Erdbebenepizentren in der Bundesrepublik Deutschland für den Zeitraum 800 – 2004 (LEYDECKER, 2005)

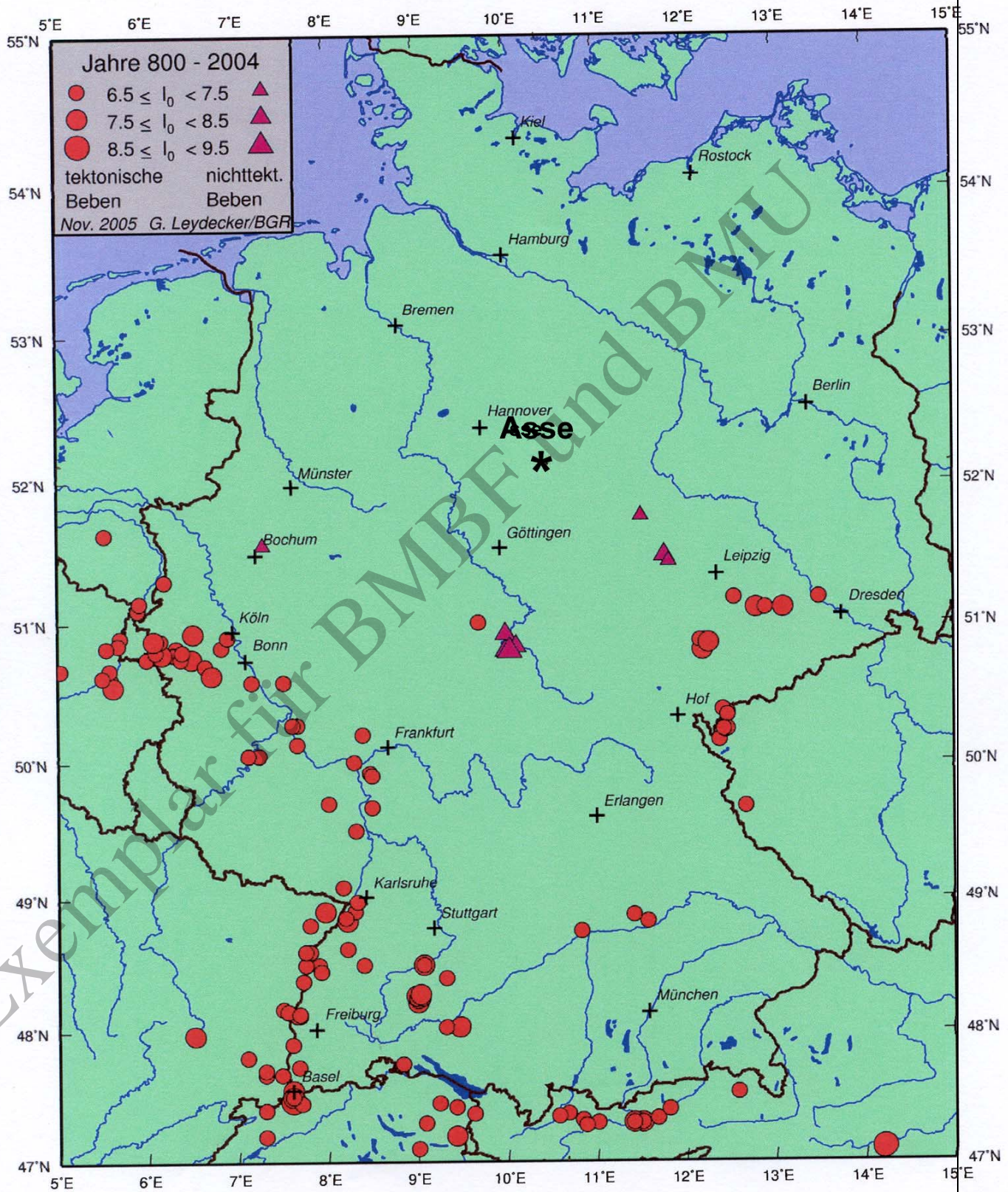


Abbildung 1-2: Schadenbeben in der Bundesrepublik Deutschland für den Zeitraum 800 – 2004 (LEYDECKER, 2005)

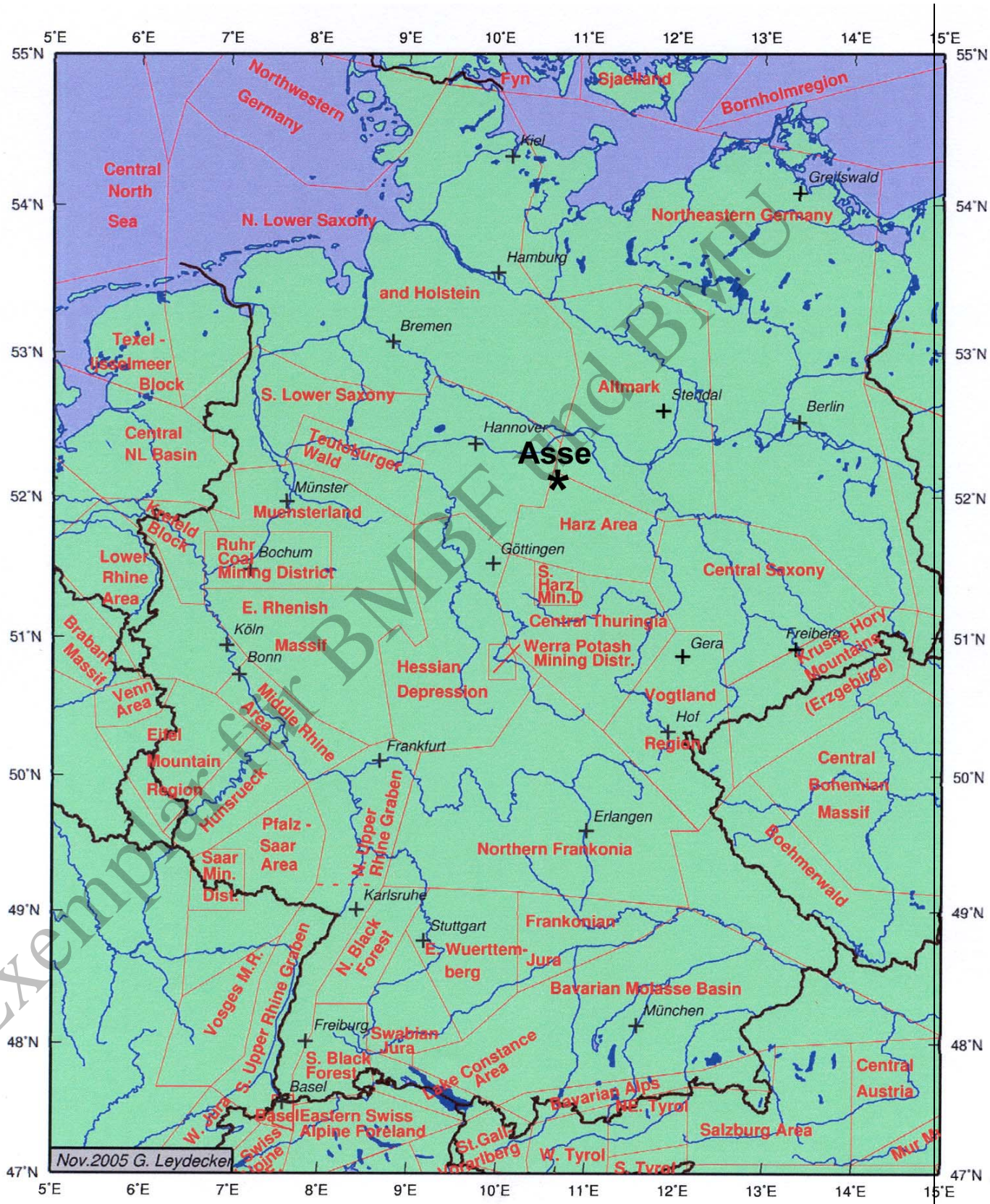


Abbildung 1-3: Erdbebengeographische Einteilung der Bundesrepublik Deutschland (LEYDECKER & AICHELE; 1998)

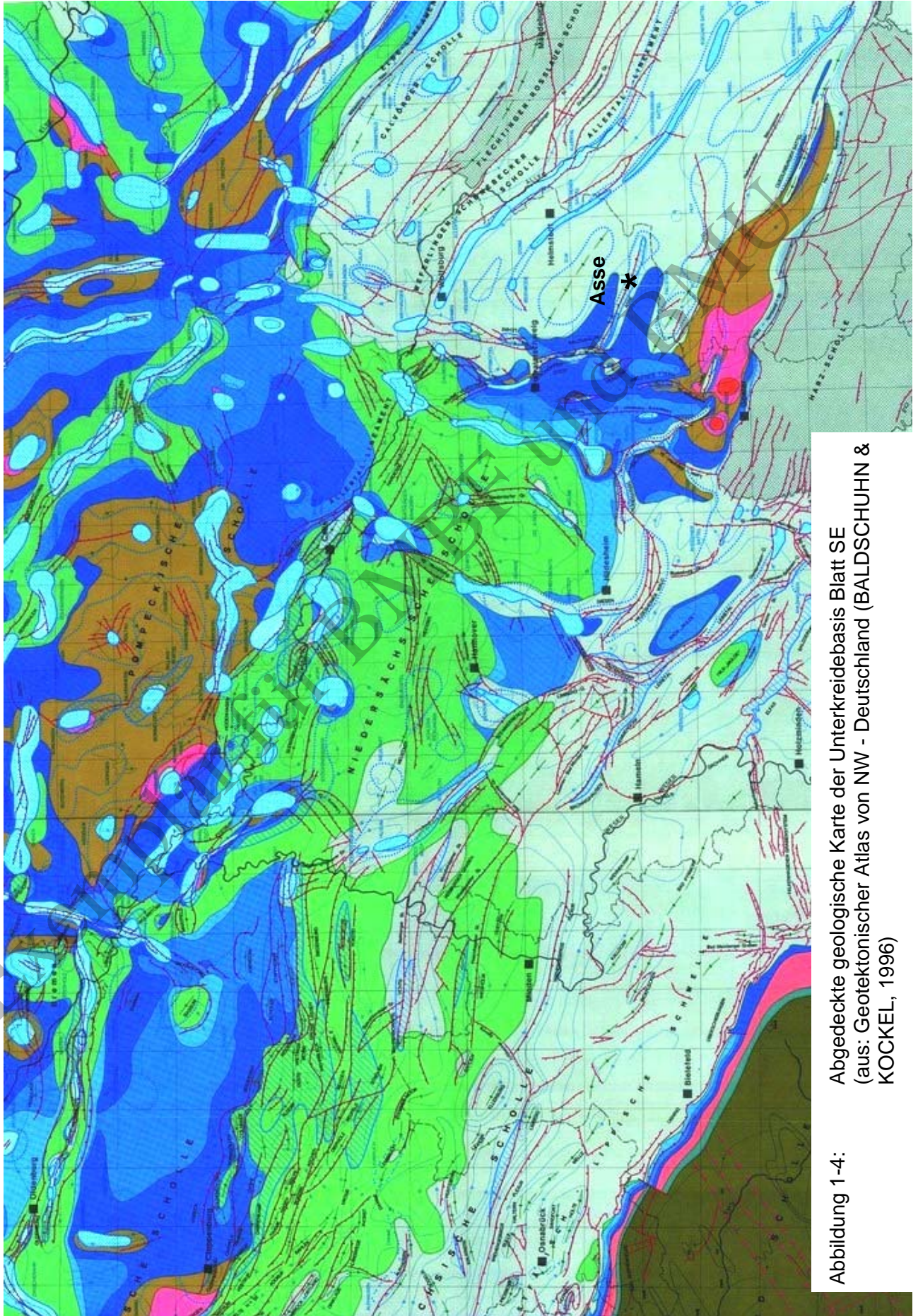


Abbildung 1-4: Abgedeckte geologische Karte der Unterkreidebasis Blatt SE (aus: Geotektonischer Atlas von NW - Deutschland (BALDSCHUHN & KOCKEL, 1996)

LEGENDE

Salzstock
Salt dome



Maximalumrandung
Maximum extent



von jüngeren Sedimenten als Unterkreide überdeckt
covered by sediments younger than Lower Cretaceous

von mariner Unterkreide oder älteren Sedimenten überdeckt
covered by marine Lower Cretaceous or older sediments

Salzkissen und Salzkissenfuß
Salt pillow and salt pillow-base of diapirs



Oberjura-Salinare
Upper Jurassic evaporitic sequences

Keuper-Salinare
Keuper evaporitic sequences

Perm-Salinare
Permian evaporitic sequences

Salz-intrusion in mesozoische stratiforme Salinar-Niveaus
Salt intrusion in Mesozoic stratiform evaporite levels



Ausbiß der Unterkreide
Out- or subcrop of Lower Cretaceous (Valangin - A/b)



Ausbiß des Zechstein
Out- or subcrop of Zechstein (Upper Permian)



Verbreitung der Rotliegend evaporite sequenzen
Distribution of Rotliegend evaporite sequences involved in halokinetic structures

Bedeutende Störungen im postpermischen Oberbau
Major faults in the post-Permian sequence



Abschiebungen
Normal faults



Aufschiebungen, Phäno-Abschiebungen, Flexuren (Ränder von Inversionsstrukturen)
Reverse faults, phäno-normal faults, flexures (limits of inversion structures)



Inversionsachsen
Axis of inversion structures



Tiefenlage der Zechsteinbasis in 100m u. NN
Depth of base Zechstein (Upper Permian) in 100 m below m.s.l.

(in 500m-isocontours, simplified) (in the Münsterland parity top Devonian/Carboniferous)

Gebiete ohne Unterkreide-Überdeckung
Areas without Lower Cretaceous cover



Prä-Zechstein an der heutigen Oberfläche anstehend
Pre-upper Permian rocks at the present day surface

Unter der Unterkreide ausstreichende Schichten
(ausgenommen Salzstock-Dachregionen)
Rocks subcropping below the Lower Cretaceous
(except roots of diapirs)



Wealden* (Bückeberg Fm.) (Wd)
Wealden* (Bückeberg Fm.) (Wd)



Malm (Oxford bis Portland) (jo)
Upper Jurassic (Oxfordian-Portlandian)



Dogger (Obertoarcium-Callovium) (jm)
Middle Jurassic (Upper Toarcian-Callovian)



Lias (Hettangium-Untertoarcium) (ju)
Lower Jurassic (Hettangian-Lower Toarcian)



Keuper (Ob. Ladin - Rhät) (k)
Keuper (U. Ladinian - Rhaetian)



Röt und Muschelkalk (Skyth - Unt. Ladin) (so+m)
Upper Buntsandstein (Röt) and Muschelkalk (Skythian - L. Ladinian)



Unterer und Mittlerer Buntsandstein (Skyth) (su+sm)
Lower and Middle Buntsandstein (Skythian)



Trias (ungegliedert) (tr)
Triassic (not subdivided)



Zechstein (Oberperm) (z)
Zechstein (Upper Permian)



Westfal (cWA, cwB, cwC, cwD)
Westphalian



Namur (cn)
Namurian



Dinant (cd)
Dinantian



Karbon (ungegliedert) (c)
Carboniferous (not subdivided)



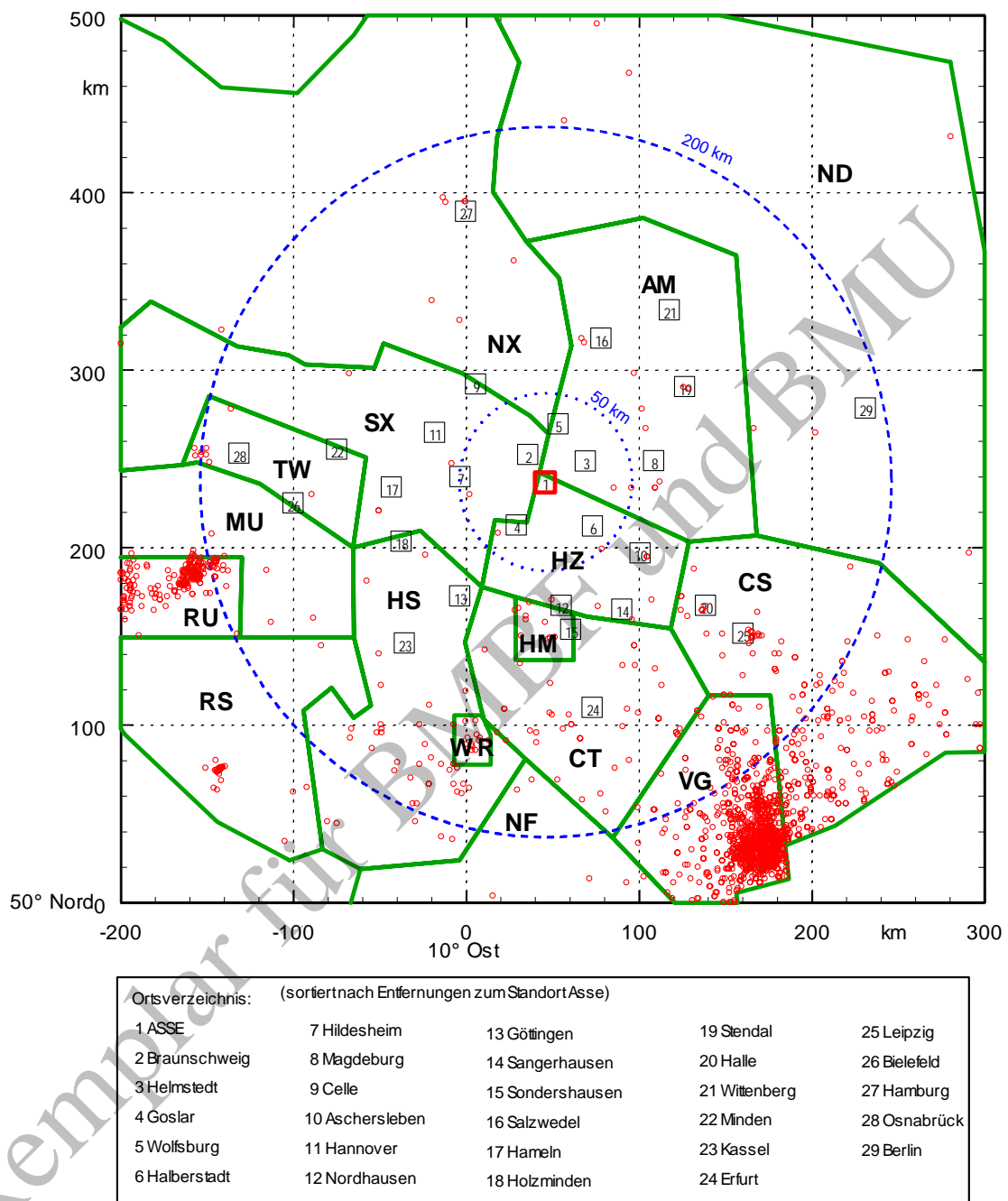
Devon (d)
Devonian



Störungen im prä-permischen Untergrund
Faults within the pre-Permian basement

Legende zu Abbildung 1-4:

Abgedeckte geologische Karte der Unterkreidebasis Blatt SE (aus: Geotektonischer Atlas von NW - Deutschland (BALDSCHUH & KOCKEL, 1996)



○ Epizentrum

Erläuterung der Abkürzungen für seismogeographische Regionen siehe Tabelle 1-3

Abbildung 1-5: Seismogeographische Einheiten um den Standort Asse bis ca. 200 km Entfernung

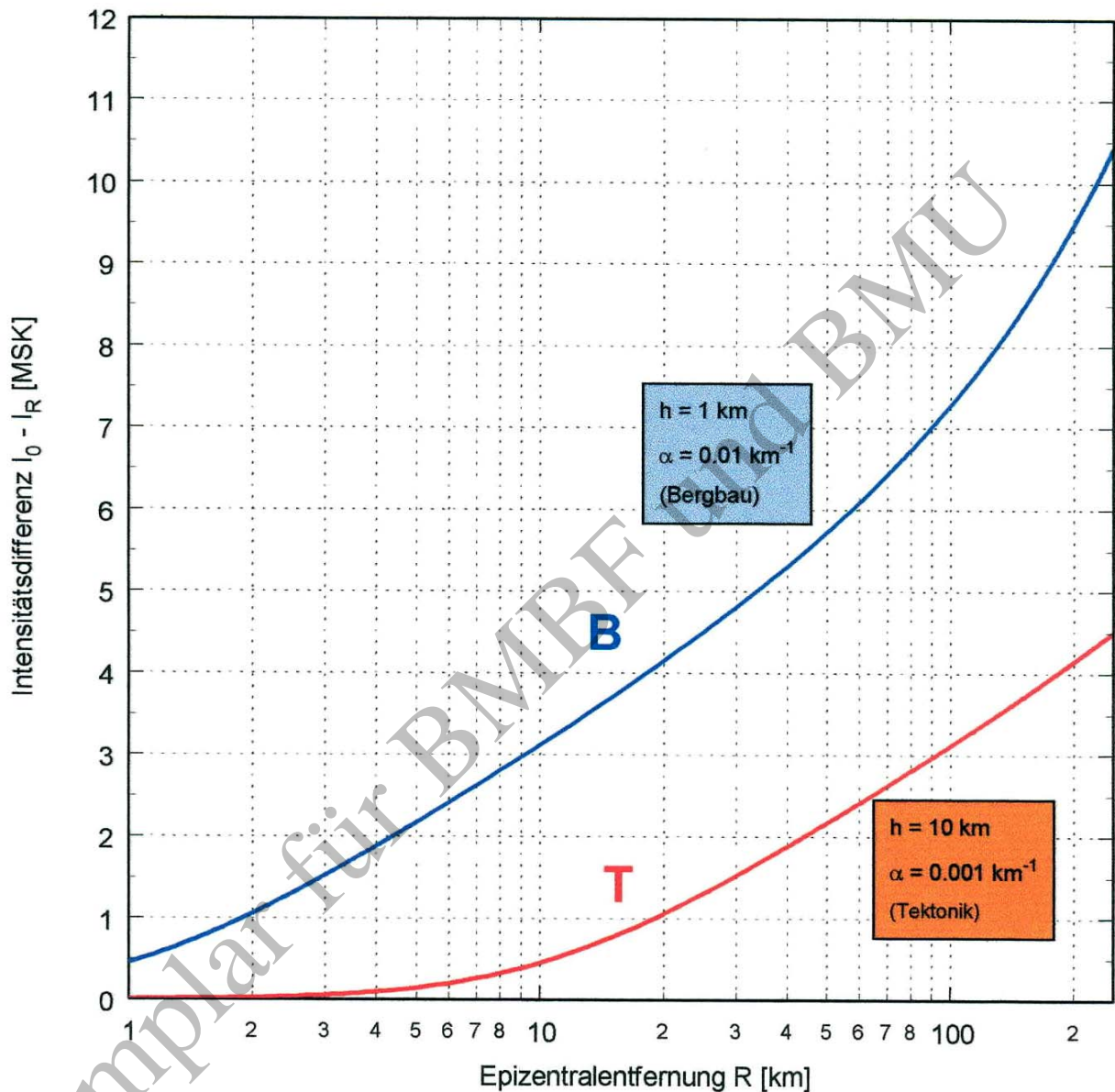


Abbildung 1-6: Intensitätsabnahme für tektonische Beben (T) und bergbauinduzierte Beben (B) mit der Epizentralentfernung R [km] in Abhängigkeit der Herdtiefen h [km] und der Energieabsorptionskoeffizienten α [km^{-1}]

1.7

Verzeichnis der Tabellen:

Tabelle 1-1	Kurzform der zwölfteiligen makroseismischen Intensitätsskala MSK - 1964 (Sponheuer 1965)
Tabelle 1-2	Kurzfassung der zwölfstufigen Skala EMS-1998
Tabelle 1-3	Erläuterungen zu den Abkürzungen in den Tabellen 1-5 bis 1-21, 2-1 bis 2-3
Tabelle 1-4	Referenzangaben zu den Tabellen 1-5 bis 1-21, 2-1 bis 2-3
Tabelle 1-5	Liste der Erdbeben in der Region Harz (HZ)
Tabelle 1-6	Liste der Erdbeben in der Region Altmark (AM)
Tabelle 1-7	Liste der Erdbeben in der Region Südliches Niedersachsen (SX)
Tabelle 1-8	Liste der Erdbeben in der Region Hessische Senke (HS)
Tabelle 1-9	Liste der Erdbeben in der Region Kalibergbaugebiet Werratal (WR)
Tabelle 1-10	Liste der Erdbeben in der Region Zentral-Thüringen (CT)
Tabelle 1-11	Liste der Erdbeben in der Region Süd-Harz Bergbaugebiet (HM)
Tabelle 1-12	Liste der Erdbeben in der Region Zentral-Sachsen (CS)
Tabelle 1-13	Liste der Erdbeben in der Region Nordost Deutschland (ND)
Tabelle 1-14	Liste der Erdbeben in der Region Nördliches Niedersachsen und Holstein (NX)
Tabelle 1-15	Liste der Erdbeben in der Region Teutoburger Wald (TW)
Tabelle 1-16	Liste der Erdbeben in der Region Münsterland (MU)
Tabelle 1-17	Liste der Erdbeben in der Region Östliches Rheinisches Schiefergebirge (RS)
Tabelle 1-18	Liste der Erdbeben in der Region Nord-Franken (NF)
Tabelle 1-19	Liste der Erdbeben in der Region Vogtland (VG) ab der Epizentralintensität $I_0 = VI - VII$ [MSK]

- Tabelle 1-20 Liste aller Erdbeben bis 50 km Epizentralentfernung um den Standort Asse
- Tabelle 1-21 Liste der Erdbeben über 50 km bis 200 km Epizentralentfernung um den Standort Asse ab der Intensität $I_0 = VI - VII$ [MSK]

Exemplar für BMBF und BMU

Tabelle 1-1

Kurzform der zwölfteiligen makroseismischen Intensitätsskala MSK-1964

Intensität	Beobachtung
I	Nur von Erdbebeninstrumenten registriert.
II	Nur ganz vereinzelt von ruhenden Personen wahrgenommen.
III	Nur von wenigen verspürt.
IV	Von vielen wahrgenommen. Geschirr und Fenster klirren
V	Hängende Gegenstände pendeln. Viele Schlafende erwachen.
VI	Leichte Schäden an Gebäuden, feine Risse im Verputz.
VII	Risse im Verputz, Spalten in den Wänden und Schornsteinen.
VIII	Große Spalten im Mauerwerk. Giebelteile und Dachgesimse stürzen ein.
IX	An einigen Bauten stürzen Wände und Dächer ein, Erdbeben.
X	Einstürze von vielen Bauten. Spalten im Boden bis 1 m Breite.
XI	Viele Spalten im Boden, Erdbeben in den Bergen.
XII	Starke Veränderungen an der Erdoberfläche.

Quelle: SPONHEUER, W. : Bericht über die Weiterentwicklung der seismischen Skala. Veröffentlichung Institut Geodyn., Jena 8, 1-21, 1965

Tabelle 1-2

Kurzfassung der zwölfstufigen Skala EMS-1998

EMS Intensität	Definition	Beschreibung der maximalen Wirkungen (stark verkürzt)
I	nicht fühlbar	Nicht fühlbar
II	kaum bemerkbar	Nur sehr vereinzelt von ruhenden Personen wahrgenommen
III	schwach	Von wenigen Personen in Gebäuden wahrgenommen. Ruhende Personen fühlen ein leichtes Schwingen oder Erschüttern
IV	deutlich	Im Freien vereinzelt, in Gebäuden von vielen Personen wahrgenommen. Einige Schlafende erwachen. Geschirr und Fenster klirren, Türen klappern.
V	stark	Im Freien von wenigen, in Gebäuden von den meisten Personen wahrgenommen. Viele Schlafende erwachen. Wenige werden verängstigt. Gebäude werden insgesamt erschüttert. Hängende Gegenstände pendeln stark, kleinere Gegenstände werden verschoben. Türen und Fenster schlagen auf oder zu.
VI	leichte Gebäudeschäden	Viele Personen erschrecken und flüchten ins Freie. Einige Gegenstände fallen um. An vielen Häusern, vornehmlich in schlechterem Zustand, entstehen leichte Schäden wie feine Mauerrisse.
VII	Gebäudeschäden	Die meisten Personen erschrecken und flüchten ins Freie. Möbel werden verschoben. Gegenstände fallen in großen Mengen aus Regalen. An vielen Häusern solider Bauart treten mäßige Schäden auf (kleine Mauerrisse, Abfall von Putz, Herabfallen von Schornsteinteilen). Vornehmlich Gebäude in schlechterem Zustand zeigen größere Mauerrisse und Einsturz von Zwischenwänden.
VIII	schwere Gebäudeschäden	Viele Personen verlieren das Gleichgewicht. An vielen Gebäuden einfacher Bausubstanz treten schwere Schäden auf; d.h. Giebelteile und Dachgesimse stürzen ein. Einige Gebäude sehr einfacher Bauart stürzen ein.
IX	zerstörend	Allgemeine Panik unter den Betroffenen. Sogar gut gebaute gewöhnliche Bauten zeigen sehr schwere Schäden und teilweisen Einsturz tragender Bauteile. Viele schwächere Bauten stürzen ein.
X	sehr zerstörend	Viele gut gebaute Häuser werden zerstört oder erleiden schwere Beschädigungen.
XI	verwüstend	Die meisten Bauwerke, selbst einige mit gutem erdbebengerechten Konstruktionsentwurf und – ausführung, werden zerstört.
XII	vollständig verwüstend	Nahezu alle Konstruktionen werden zerstört.

Quelle: EMS (1998): European Macroseismic Scale 1998. European Seismological Commission. GRÜNTAL, G., MUSSON, R.M.W., SCHWARZ, J., STUCCHI, M. (eds.) –Cahiers du Centre Europeen de Geodynamique et de Seismologie. Vol. 15, 99 pp. Conseil de l'Europe, Luxembourg.

Tabelle 1-3 Erläuterungen zu den Abkürzungen in den Tabellen 1-5 bis 1-21 und 2-1 bis 2.3 (Teil 2)

Datum	Jahr Mon Tag	Jahr Monat Tag
Herdzeit	(vor 1900 Ortszeit, ab 1900 GMT) hh:mm:ss	Stunde : Minute : Sekunde (gerundet)
Koordinaten	(Grad, Minuten mit Zehntelminuten)	
	Breite	nördliche geographische Breite
	Länge	östliche geographische Länge
	QE	Genauigkeit des Epizentrums, leer oder
		1 ± 1 km 2 ± 5 km 3 ± 10 km 4 ± 30 km 5 >±30 km
Tiefe	h (Herdtiefe in km)	
	Genauigkeit der Herdtiefe, leer oder G	Herdtiefe unsicher, vom Bearbeiter fest eingesetzt
	1 oder 4	±2 km
	2 oder 5	±5 km
	3 oder 6	±10 km
	(Angabe 4,5 oder 6 beruht auf makroseismischer Herdtiefenbestimmung)	
Region	SR	seismische Region (siehe Liste der Abkürzungen)
	SP	politische Region (siehe Liste der Abkürzungen)
Stärke	ML	lokale Magnitude
	Int	maximal gefühlte Intensität oder Epizentralintensität Skala MSK 1964 (Sponheuer 1965) (Tabelle 1-1)
	*	Skala EMS 1998 (Tabelle 1-2)
	RS	Schütterradius in km
Art	(ohne)	tektonischer Ursprung
	1	Einsturzbeben, Gebirgsschlag
	B	Ereignis im Bergbauggebiet einschließlich in öl- oder gasfördernden Feldern
	C	Gebirgsschlag im Kohlebergwerk
	P	wahrscheinlich Explosion
	S	stauseeinduziertes Ereignis
	D	zweifelhaftes Ereignis
Ref		Referenzen (siehe Tabelle 1-4)
Dist	Entfernung in km zwischen Epizentrum und Schachtanlage Asse II.	
	Die Berechnung der Epizentralentfernungen (Dist) erfolgte anhand der Transformation geographischen Koordinaten in kartesische nach RICHTER (1958):	
Lokation	Ort des Epizentrums	

Liste der Abkürzungen für politische Regionen

AH	Sachsen-Anhalt
BR	Brandenburg
BY	Bayern
HS	Hessen
ND	N-Deutschland (Niedersachsen, Bremen, Hamburg, Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern, N-Brandenburg)
NW	Nordrhein-Westfalen
SA	Sachsen
TH	Thüringen

Liste der Abkürzungen für seismogeographische Regionen

AM	Altmark
CS	Zentral-Sachsen
CT	Zentral-Thüringen
HM	Süd-Harz Bergbauggebiet
HS	Hessische Senke
HZ	Harz
MU	Münsterland
ND	Nordost Deutschland
NF	Nord-Franken
NX	Nördliches Niedersachsen und Holstein
RS	Östliches Rheinisches Schiefergebirge
RU	Ruhrgebiet (Bergbau)
SX	Südliches Niedersachsen
TW	Teutoburger Wald
VG	Vogtland
WR	Kalibergbauggebiet Werratal

Tabelle 1-4 Referenzangaben zu den Tabellen 1-5 bis 1-21 und 2-1 bis 2-3 (Teil 2)

- AH4: AHORNER, L. (1972): Erdbebenchronik für die Rheinlande 1964-70. Decheniana, 125: 259-283; Bonn.
- BGR: Bundesanstalt für Geowissenschaften u. Rohstoffe, Stilleweg 2, D-30655 Hannover.
- BNS: AHORNER, L., Geolog. Institut der Universität Köln. Abteilung für Erdbebengeologie. Vinzenz-Pallottistraße 26, D-51429 Bergisch-Gladbach.
- BOE: BOEGNER, J. (1847): Das Erdbeben und seine Erscheinungen. Nebst einer chronologischen Übersicht der Erderschütterungen im mittleren Deutschland
- BUG: CETE, A., Institut für Geophysik der Ruhr-Universität, Universitätsstraße 150, D-44801 Bochum.
- CLL: Geophysikalisches Observatorium Collm, Universität Leipzig, D-04758 Collm.
- CRO: CROOK, IR.TH. (1993): Chronologische Lijst van Epicentra 217-1992 in Nederland (datafile). -- KNMI, Div. of Seismology, P.O.Box 201, 3730 AE DE BILT, The Netherlands.
- DBN: Seismological Observatory, KNMI, p.o.Box 201, NL-3730 AE De Bilt.
- EMS: European Mediterranean Seismological Centre, 5 Rue Rene Descartes, F-67084 Strasbourg Cedex.
- FUR: Geophysikalisches Observatorium der Universität München, Ludwigshöhe 8, D-82256 Fürstenfeldbruck verantwortlich für 1975-1977 u. ab 1982: E. SCHMEDES; verantwortlich für 1978-1981: H. GEBRANDE und E. SCHMEDES.
- GOR: Gorleben seismic borehole station network; operated by G. LEYDECKER, Bundesanstalt f.Geowissenschaften u. Rohstoffe, Stilleweg 2, D-30655 Hannover.
- GRF: Seismologisches Zentralobservatorium Gräfenberg, Krankenhausstraße 1-3, D-91054 Erlangen.
- GRM: GRÜNTAL, G. & MEIER, R. (1995): Das "Prignitz"-Erdbeben von 1409. Brandenburgische Geowiss.Beitr.,S.5-27, 4 Abb., 1 Tab. Kleinmachnow.
- GRU: GRÜNTAL, G. (1988): Erdbebenkatalog des Territoriums der Deutschen Demokratischen Republik und angrenzender Gebiete von 823 bis 1984. Zentralinstitut für Physik der Erde, Nr.99, Potsdam.
- G71: Seismological Bulletin 1971 of the Seismological Stations of the Federal Republic of Germany (1973). ed. by Seismol.Centralobserv. Gräfenberg, Erlangen.
- HAM: HAMM, F. (1956): Naturkundliche Chronik Nordwestdeutschlands. Landbuch Verlag, Hannover.

- HER: HERRMANN, R. (1968): Auslaugung durch aufsteigende Mineralwässer als Ursache von Erdfällen bei Bad Pyrmont. Geol.Jb., 85: 265-284, Hannover.
- HHC: HARJES, H.-P., HINZEN, K.-G. & CETE, A. (1983): Das Erdbeben bei Ibbenbüren am 13.Juli 1981. Geol.Jb., E 26: 65-76, Hannover.
- HIN: Hinzen, K.-G. (1997): Hinweise auf das Beben im Sauerland im Jahre 1348. -- in: Henger, M. & G.Leydecker (eds.) (1997): Erdbeben in Deutschland 1992. -- ISBN 3-510-95808-X. BGR, Hannover.
- IFT: GOMMLICH, G., Institut f. Tief Lagerung/Wissenschaftliche Abteilung der Gesellschaft f. Strahlen- u. Umweltforschung, Theodor-Heuss-Straße 4, D-38122 Braunschweig.
- IGK: BONJER, K.P., Inst.f.Geophysik d.Univ. Fridericiana, Hertzstrasse 16, D-76187 Karlsruhe.
- ISC: International Seismological Center, Newbury RG13 1LX, Berkshire, UK
- LA1: LANDSBERG, H. (1933): Das Erdbeben im Fuldagebiet vom 15. Januar 1933. Ztsch.f.Geophysik, 9: 234-235, Braunschweig.
- LED: Landeserdbebendienst Baden-Württemberg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Albertstr. 5, 79104 Freiburg i, Br., BRÜSTLE, W., STANGE, ST.
- LEY: LEYDECKER, G. The reference "LEY" is newly introduced in 1998. It means, that there were different sources for this earthquake or that the decisions made by other authors are not convincing. The given earthquake parameters in the German catalogue therefore are the result of own considerations. All earthquakes with reference "LEY" are explained in detail in the chapter V. Literature about fundamentally changed earthquake parameters or VI. Documentation about changes in earthquake data parameters
- LDG: Laboratoire de Detection et de Geophysique, B.P.136, F-92124 Montrouge
- LGA: LEYDECKER, G., GRÜNTAL, G. & L. AHORNER (1998): Der Gebirgsschlag vom 13. März 1989 bei Völkershäusern in Thüringen im Kalibergbaugebiet des Werratal. Makroseismische Beobachtungen und Analysen. Geol. Jahrbuch, Reihe E, 55, 5-24, 4 Abb., 5 Tab. Hannover.
- LSS: LEYDECKER, G., STEINWACHS, M., SEIDL, D., KIND, R., KLUSSMANN, . & ZERNA, W. (1980): Das Erdbeben vom 2.Juni 1977 in der Norddeutschen Tiefebene bei Soltau. Geol.Jb., E 18: 3-18, 5 Abb., 3 Tab., Hannover.
- LYK: LEYDECKER, G. & J. KOPERA (1998): Das Erdbeben von Lüneburg aus dem Jahre 1323. S. 35-37; in: Henger,M. & G.Leydecker (eds.): Erdbeben in Deutschland 1993. ISBN 3-510-95808-X. - BGR, Hannover.
- LY1: LEYDECKER, G. (1976): Der Gebirgsschlag vom 23.6.1975 im Kalibergbaugebiet des Werratal. Geolog.Jb. Hessen, 104: 271-277, Wiesbaden.

- LY3: LEYDECKER, G. (1997): Das Erdbeben vom 9.Oktober 1993 bei Pennigsehl nahe Nienburg/Weser im Norddeutschen Tiefland. S. 29- 33, 2 Abb., 1 Tab.; in: Henger, M. & G. Leydecker (eds.): Erdbeben in Deutschland 1993. ISBN 3-510-95808-X. - BGR, Hannover.
- LY4: LEYDECKER, G. (2003): Das Erdbeben vom 11. Juli 2002 in Weyhe südlich Bremen in der Norddeutschen Tiefebene (The Earthquake in Weyhe south of Bremen in the Northern German Lowland on July 11, 2002). Zeitschrift für Angewandte Geologie, 49. Jg. 1/2003; S. 60-64, 4 Abb., 3 Tab.; ISSN 0044-2259, Hannover.
- MEG: MEIER, R. & G. GRÜNTAL (1991): Eine Neubewertung des Erdbebens vom 3.September 1770 bei Alfhausen (Niedersachsen). -- Osnabrücker naturwissenschaftliche Mitteilungen 18, S. 67-80, Osnabrück.
- MOX: Seismologisches Observatorium MOXA, D-07381 Moxa.
- NEG: NEUNHOEFER, H. & G. GRÜNTAL (1995): Das Erdbeben vom 7.April 1847 im Thüringer Wald. Z.geol.Wiss., 23 (3), 277-286. Berlin.
- NET: NEUGEBAUER, H.J. and TOBIAS, E. (1977): A Study of the Echzell/Wetterau Earthquake of November 4, 1975. J.Geophys., 43: 751-760, Würzburg.
- NEU: NEUNHOEFER, H. (1992): Das Thüringer Erdbeben vom 28.Januar 1926 aus heutiger Sicht. Z.geol.Wiss., 20 (5/6), 611-615. Berlin.
- POT: Geoforschungszentrum Potsdam, Telegrafenberg A 26, D-14473 Potsdam.
- RUB: Institut für Geophysik der Ruhr-Universität, Universitätsstrasse 150, 44081 Bochum.
- SGM: SPONHEUER, W., GERECKE, F. & MARTIN, H. (1960): Seismische Untersuchungen zum Gebirgsschlag von Merkers/Rhön am 8.Juli 1958. Freib. Forsch.-H. C 81: 64-79; Berlin.
- SP1: SPONHEUER, W. (1952): Erdbebenkatalog Deutschlands und der angrenzenden Gebiete für die Jahre 1800-1899. Mitt. Deutsch. Erdbebendienst 3: 1-195; Berlin.
- SP2: SPONHEUER, W. (1960): Erdbebenkatalog Deutschlands und der angrenzenden Gebiete für die Jahre 1900-1960. Manuskript (unveröffentl.), Jena.
- SUG: Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden-(2004): Seismische Aktivität in Sachsen und angrenzenden Gebieten in den Jahren 2002-2003 mit Magnituden 1 und größer. In: Materialien zur Geologie. Erdbebenbeobachtungen im Freistaat Sachsen. Zweijahresbericht 2002-2003.
- S40: SIEBERG, A. (1940): Beiträge zum Erdbebenkatalog Deutschlands und angrenzender Gebiete für die Jahre 58 bis 1799. Mitt. Deutsch. Reichserdbebendienst 2: 1-111; Berlin.
- S41: SIEBERG, A. (1940): Erdbebenkatalog Deutschlands für die Jahre 1935 bis 1939. -- Mitt. Deutsch. Reichserdbebendienst 1: 1-28; Berlin.



- TKL: TITTEL, B., KORN, M., LANGE, W., LEYDECKER, G., RAPPSILBER, I. & WENDT, S. (1997): Der Gebirgsschlag in Teutschenthal bei Halle vom 11. September 1996: Makroseismische Auswertung. Ztschr. Angewandte Geologie, Bd.44, Heft 4, Hannover (in press).
- TNS: Institut f. Geophysik, J.W. Goethe Universität, Feldbergstraße 47, D-60323 Frankfurt/Main
- USG: United States Geological Survey, National Earthquake Information Service, Denver, Colorado 80225 U.S.A.
- VOG: H. NEUNHÖFER (ed.) (1977): Bulletin of the Vogtland/Western Bohemia earthquakes 1993-1995.- printed as manuscript; Institute of Geosciences- Department of Applied Geophysics, Friedrich Schiller Universität, Jena

Exemplar für BMBF und BMU

Tabelle 1-5 Liste der Erdbeben in der Region Harz (HZ)

Auszug aus dem Erdbebenkatalog für die Bundesrepublik Deutschland mit Randgebieten ab dem Jahr 800. LEYDECKER (2005)

Datum			Herdzeit	Koordinaten				Tiefe			Region		Stärke			Art	Ref	Dist	Lokation
Jahr	Mon	Tag	hh:mm:ss	Breite		Länge		QE	h	Q	SR	PR	MI	Int	RS			km	
1894	5	15		51	32.0	11	33				HZ	AH	6			1	SP1	90	Eisleben
1908	11	6	00:26	51	47.4	11	8.4	2			HZ	AH	3				GRU	50	Quedlinburg
1912	9	11	19:45	51	52.2	10	16.2	2	1	G	HZ	ND	3.5			B	SP2	40	Bad Grund/Harz
1943	3	5	23	51	45.0	11	31.2	1	1	4	HZ	AH	4.0	6.5		2	GRU	72	Schierstedt Aschersleben
1971	4	4	05:00:53	51	45.0	11	31.2	1	1		HZ	AH	4.6	6.5		2	G71	72	Schierstedt Aschersleben
1981	4	8	17:52:34	51	30.0	11	6.0		1	G	HZ	AH	2.6			B	BGR	76	Sangerhausen SO Harz
1981	7	5	13:29:44	51	26.0	11	23.0		1	G	HZ	AH	2.5			B	EMS	92	Bleicherode
1982	12	1	03:55:26	51	32.0	10	43.0		1	G	HZ	TH	2.7			B	EMS	67	Nordhausen
1996	2	25	14:23:26	51	26,4	11	21,6	3	1	G	HZ	AH	2,7			B	GRF	90	Eisleben
1997	2	18	08:30:46	51	52,2	11	40,2		1	G	HZ	AH	2,1			B	GRF	74	Calbe/Saale

Tabelle 1-6 Liste der Erdbeben in der Region Altmark (AM)

Auszug aus dem Erdbebenkatalog für die Bundesrepublik Deutschland mit Randgebieten ab dem Jahr 800. LEYDECKER (2005)

Datum			Herdzeit	Koordinaten				Tiefe			Region		Stärke			Art	Ref	Dist	Lokation
Jahr	Mon	Tag	hh:mm:ss	Breite		Länge		QE	h	Q	SR	PR	MI	Int	RS			km	
997				52	6	11	36	5			AM	AH	6				GRU	63	Altmark
1012				52	30	11	30	4			AM	AH	5.5	100			S40	69	Altmark
1202				52	36	11	54	4			AM	AH	3.5				GRU	98	Altmark
1298				52	6	11	36	4			AM	AH	4				GRU	63	Magdeburg
1409	8	23	22	52	6	11	24	4			AM	AH	6				GRM	50	Magdeburg
1562				52	24	11	31.8	4			AM	AH	4.5				GRU	65	Altmark
1576	4	27	10:30	52	7.8	11	38.4	3			AM	AH	4	30			GRU	66	Magdeburg
1680				52	40.8	11	26.4	4			AM	AH	4.5				GRU	80	Altmark
1736	11			52	36.6	11	51.6	3			AM	AH	3.5				GRU	96	ALTMARK
1984	12	21	00:33:46	52	50.1	11	1.0		3	G	AM	AH	2.6			B	GOR	81	Salzwedel
1993	7	21	04:22:38	52	51.4	10	59.8		3	G	AM	AH	2.1			B	GOR	83	nahe Salzwedel
1994	12	6	14:05:43	52	6.0	11	15.0		0	0	AM	AH	2.0				BGR	40	Oschersleben SW Magdeburg
1999	3	18	01:48:56	52	38,4	11	7,2	4	1	G	AM	AH	1,9			B	GRF	64	Kloetze, Altmark

Tabelle 1-7 Liste der Erdbeben in der Region Südliches Niedersachsen (SX)

Auszug aus dem Erdbebenkatalog für die Bundesrepublik Deutschland mit Randgebieten ab dem Jahr 800. LEYDECKER (2005)

Datum			Herzzeit	Koordinaten				Tiefe		Region		Stärke			Art	Ref	Dist	Lokation	
Jahr	Mon	Tag	Hh:mm:ss	Breite	Länge	QE	h	Q	SR	PR	MI	Int	RS			km			
1767	1	19		51	59	9	16		1		SX	ND	5		1	HER	98	Bad Pyrmont	
1964	6	4	22:28:22	51	59	9	16		1		SX	ND	3.2	4.5	15	1	AH4	98	Bad Pyrmont
1980	8	10	21:54:28	52	4	10	2		1	G	SX	ND	1.6	3		B	IFT	45	Bad Salzdetfurt
1983	4	19	15:46:23	52	13.4	9	52.8		1	1	SX	ND	1.8	5	3	B	IFT	55	Ahrbergen N Hildesheim
1991	2	15	02:11:17	52	46.2	6	54.6		3	G	SX	NL	2.2	3.5		B	DBN	265	Emmen/NL
1992	6	11	17:09:42	52	49.8	7	2.4		2	G	SX	ND	2.7	3.5		B	DBN	258	Roswinkel/NL N Meppen
1993	10	9	23:07:57	52	40.7	9	0.2	2	3	G	SX	ND	2.0	5	7	B	LY3	129	Pennigsehl W Nienburg
1996	5	25	08:43:34	52	38,4	9	1,8	2	5	G	SX	ND	2,5	3		B	BGR	125	Nienburg, NW Han- nover
1998	7	14	12:12:03	52	53,4	7	0,6	3	5	G	SX	ND	2,9			B	BGR	262	Lathen, N Meppen
2002	2	14	17:01:05	52	49,9	7	2,1		2		SX	ND	2,1			B	KNM	258	Lathen, N Meppen
2003	4	4	20:17:01	52	27,6	9	0,6	4	1	G	SX	ND	2,2			B	BGR	119	Loccum, Nienburg

Tabelle 1-8 Liste der Erdbeben in der Region Hessische Senke (HS)

Auszug aus dem Erdbebenkatalog für die Bundesrepublik Deutschland mit Randgebieten ab dem Jahr 800. LEYDECKER (2005)

Datum			Herzzeit	Koordinaten				Tiefe		Region		Stärke			Art	Ref	Dist	Lokation	
Jahr	Mon	Tag	hh:mm:ss	Breite	Länge	QE	h	Q	SR	PR	MI	Int	RS			km			
1079	7	17		50	36	9	42	4			HS	HS	5			GRU	183	Fulda	
1141	3	26		50	36	9	42	4			HS	HS	5			GRU	183	Fulda	
1767	4	13	00:30	51	0	9	42	3			HS	HS	6.5	70		S40	143	Rotenburg Fulda	
1870	9	28		50	37.8	9	33	3			HS	HS	4			GRU	184	Fulda	
1890	8	15		50	49.2	10	19.8	3			HS	TH	4.5			GRU	148	Thüringer Wald	
1903	12	15		50	20	9	48	2			HS	BY	3.5	7		SGM	209	Rhön	
1933	1	15	22:30	50	30	9	34	3	1		HS	HS	4.5	17	1	LA1	197	SW Fulda	
1975	11	4	08:30:13	50	24.6	8	52.4	2	11	2	HS	HS	3.6	4.5	36	NET	229	Echzell / Wetterau	
1977	11	18	15:12:33	50	40	9	25				HS	HS	2.6			ISC	185	O Alsfeld	
1978	3	20	15:21:43	50	42	9	54	3			HS	HS	2.5			GRF	168	Fulda	
1978	5	26	14:23:24	50	50	9	3		10		HS	HS	2.7			USG	183	W Ziegenhain	
1978	6	9	12:33:16	50	42	9	54				HS	HS	2.4			GRF	168	Hünfeld	
1978	7	19	16:45	51	6	9	18	4			HS	HS	2.8			GRF	149	Kassel	
1979	1	20	10:56:15	50	24	8	57				HS	HS	2.7			BNS	227	Giessen	
1982	1	29	23:03:51	50	48	9	40		8	1	HS	HS	3.4	5.5	22	TNS	164	SO Bad Hersfeld	
1982	3	16	09:46:06	50	44	9	43				HS	HS	2.6			BNS	169	Hünfeld, N Fulda	
1982	11	5	11:08:07	50	30	9	36				HS	HS	2.9			LDG	196	Herbstein SW Fulda	
1983	4	28	11:54:06	50	24.6	9	35.4		10	G	HS	HS	2.4			EMS	206	Herbstein SW Fulda	
1983	9	20	13:55:40	50	42.0	9	37.2		6		HS	HS	2.7			ISC	175	Vogelsberg	
1984	7	9	12:43:09	50	36.0	9	54.0	3			HS	HS	2.2	3.5		GRU	178	Fulda	
1985	1	6	01:44:51	50	34.8	10	1.8	2	8		HS	HS	2.4			BNS	178	Mellrichstadt Rhön	
1988	2	25	14:50:03	50	52.8	9	18.6				HS	HS	2.5			POT	168	Ziegenhain O Marburg	
1988	5	11	14:11:45	50	51.6	9	16.2				HS	HS	2.2			P	POT	172	Ziegenhain O Marburg
1988	6	29	19:58:41	50	51.6	10	15.6				HS	TH	2.3			B	POT	144	Werratal Kalibergbau
1988	7	13	11:30:34	51	4.2	10	0.0		10		HS	HS	2.0			BGR	127	Eschwege N Eisenach	

1988	7	14	13:58:43	50	42.6	9	26.4					HS	HS	2.3			P	POT	180	Lauterbach NW Fulda
1988	8	1	14:31:40	50	52.8	9	3.6					HS	HS	2.0			P	POT	179	Ziegenhain O Marburg
1988	9	5	13:48:36	50	19.2	9	53.4					HS	BY	2.2			P	POT	209	Brückenau / Rhön
1988	9	28	11:59:32	50	33.6	9	55.8					HS	HS	2.1			P	POT	182	Fulda
1988	9	28	15:07:10	50	51.6	9	18.6					HS	HS	2.3			P	POT	170	Ziegenhain O Marburg
1988	10	28	10:46:58	50	54.0	9	37.2					HS	HS	2.1			P	POT	155	Neukirchen Bad Hersfeld
1988	11	21	15:04:44	50	46.8	9	13.8					HS	HS	2.1			P	POT	181	Alsfeld
1989	5	31	10:59:13	51	15.6	9	16.8					HS	HS	2.3			P	POT	137	W Kassel
1990	2	16	14:05:47	50	33.1	9	58.0					HS	HS	2.0			P	POT	182	Fulda
1991	2	6	20:05:29	51	45.6	9	39.6					HS	ND	2.9				USG	81	Hoexter / Weser
1991	4	26	15:24:59	51	37.7	9	10.4	3	10	G		HS	HS	2.7				ISC	118	Warburg NW Kassel
1993	3	4	14:11:34	50	40.8	9	55.8		5			HS	HS	2.1				TNS	169	Hünfeld
1993	6	16	11:00:35	50	42.0	9	48			G		HS	HS	2.1				BGR	170	Hünfeld N Fulda
1993	10	29	11:27:17	50	54.0	9	18.0			G		HS	HS	2.0				BGR	167	Ziegenhain O Marburg
1993	11	9	11:30:24	50	36.0	9	58.8			G		HS	HS	2.2			P	BGR	177	Mellrichstadt Rhön
1994	7	6	11:00:20	50	40.2	9	52.2		1			HS	HS	2.4				GRF	172	Hünfeld, N Fulda
1995	2	14	10:15:11	50	17,0	9	13,3		18	3		HS	HS	2,0				IGF	229	Gelnhausen, NE Frankfurt
1995	2	14	10:17:04	50	19,2	9	10,8		2	10	G	HS	HS	2,0				BGR	226	Gelnhausen, NE Frankfurt
1995	3	16	15:24:43	50	58,8	9	18,0					HS	HS	2,4			B	IGF	159	Ziegenhain, E Mar- burg
1995	5	29	09:07:37	50	13,7	9	13,7		17	1		HS	HS	2,3				IGF	234	Gelnhausen, NE Frankfurt
1995	7	20	11:33:30	50	18,0	9	11,7		17	2		HS	HS	2,1				IGF	228	Gelnhausen, NE Frankfurt
1998	12	23	19:46:33	50	25,8	8	54,6		2	10	G	HS	HS	2,6				BGR	225	Giessen
2003	5	29	19:41:40	50	32,4	10	03,6		2	10	G	HS	HS	2,1				BGR	182	Mellrichstadt / Rhön

Tabelle 1-9 Liste der Erdbeben in der Region Kalibergbauegebiet Werratal (WR)

Auszug aus dem Erdbebenkatalog für die Bundesrepublik Deutschland mit Randgebieten ab dem Jahr 800. LEYDECKER (2005)

Datum			Herzzeit	Koordinaten				Tiefe		Region		Stärke			Art	Ref	Dist	Lokation	
Jahr	Mon	Tag	hh:mm:ss	Breite	Länge	QE	h	Q	SR	PR	MI	Int	RS			km			
1903	12	15		50	50	10	1	2	1		WR	TH		4	1	SGM	151	Vacha / Philippsthal	
1953	2	22	20:16:21	50	55	10	0	1	1	4	WR	HS	5.0	8	35	2	SGM	143	Heringen
1958	7	8	05:02:24	50	50	10	7	1	1	4	WR	TH	4.8	7.5	19	2	SGM	149	Merkers
1961	6	29	11:52:49	50	49.2	10	6.6	1	1	4	WR	TH	3.7	6		2	GRU	151	Merkers
1975	6	23	13:17:36	50	48	10	0	1	1	1	WR	TH	5.2	8	75	2	LY1	155	Sünna / Werratal
1984	7	28	20:05:19	50	54.0	9	54.0	3			WR	HS	1.9	3			GRF	147	Bad Hersfeld
1985	5	19	12:08:17	50	46.2	10	3.0		1	G	WR	TH	2.3			B	GRF	157	Tann, O Fulda
1986	10	18	21:09:56	50	49.2	10	11.4		1	G	WR	TH	2.3			B	BGR	150	SW Eisenach
1988	2	10	20:58:35	50	46.2	10	4.8		1		WR	TH	2.7			B	BNS	157	Werratal Kalibergbau
1989	1	3	06:55:38	50	51.0	10	5.4				WR	TH	2.5			B	POT	148	NW Bad Salzungen
1989	1	10	13:01:38	50	55.2	10	4.8				WR	TH	2.6			B	POT	141	SW Eisenach
1989	3	13	13:02:17	50	48	10	3		1		WR	TH	5.6	8.5	140	2	LGA	154	Völkershäuser Kalibergbau
1993	7	30	16:41:40	50	47.3	10	3.2			G	WR	HS	2.3			P	BGR	155	O Fulda
1995	7	7	11:30:31	50	47,4	10	01,8		1	2	WR	BY	2,0				IGF	156	Tann; E Fulda
1996	11	25	21:06:04	50	46,2	10	01,8		2	1	G	WR	TH	2,1		B	BGR	158	Tann; E Fulda
1997	7	4	20:13:36	50	47,4	10	01,8		2	0	G	WR	TH	2,3		B	BGR	156	Tann; E Fulda
1999	12	14	13:03:40	50	46,8	10	02,4		2	1	G	WR		2,3		B	BGR	156	Tann; E Fulda
1999	12	14	13:04:17	50	45,0	10	02,4		2	1	G	WR		2,8		B	BGR	160	Tann; E Fulda

2000	11	21	14:00:36	50	48.0	10	02.4	2	1	G	WR	HS	2.5			B	GRF	154	Tann; E Fulda
2004	4	7	11:20:32	50	45.9	10	03.4		1	G	WR	HS	2.0			B	BGR	158	Tann; E Fulda
2004	4	7	11:21:22	50	45.4	10	01.3		1	G	WR	HS	2.0			B	BGR	159	Tann; E Fulda
2004	11	12	12:20:35	50	43.6	9	57.5		1	G	WR	HS	2.3			B	BGR	164	Hünfeld, N Fulda
2004	11	12	12:22:39	50	44.4	10	0.2		1	G	WR	HS	2.4			B	BGR	161	Tann, E Fulda
2004	11	12	12:23:11	50	44.2	9	57.5		0	G	WR	HS	2.0			B	BGR	163	Hünfeld, N Fulda

Tabelle 1-10 Liste der Erdbeben in der Region Zentral-Thüringen (CT)

Auszug aus dem Erdbebenkatalog für die Bundesrepublik Deutschland mit Randgebieten ab dem Jahr 800. LEYDECKER (2005)

Datum			Herdzeit	Koordinaten				Tiefe		Region		Stärke			Art	Ref	Dist	Lokation
Jahr	Mon	Tag	hh:mm:ss	Breite	Länge		QE	h	Q	SR	PR	MI	Int	RS		km		
1751	10	2		50	37.2	10	45.0	3		CT	TH		4		GRU	168	Thüringer Wald	
1785	10	15		50	57.6	11	25.2	3		CT	TH		5		GRU	141	Jena, Stadtroda	
1830	12	9		51	6	11	37.2	3		CT	TH		4		GRU	133	Jena, Stadtroda	
1831	11	29	21:30	50	31.2	10	57.0	3		CT	TH		4.5		GRU	180	Thüringer Wald	
1847	4	7	19:30	50	27.6	11	8.4	3	17	5	CT	TH	6	95	NEG	189	Thüringer Wald	
1904	12	11		50	33	11	6.0	2		CT	TH		2.5		GRU	179	Thüringer Wald	
1905	1	31		50	40.8	11	13.2	3		CT	TH		3		GRU	166	Pößneck	
1905	10	15	23:05	50	43.2	11	20.4	2		CT	TH		3		GRU	164	Pößneck	
1908	11	5	05:30	50	58.8	10	19.2	2		CT	TH		3		GRU	130	Thüringer Wald	
1908	11	5	13:10	50	55.8	11	35.4	2		CT	TH		4.5		GRU	149	Jena, Stadtroda	
1908	11	6	10:39	50	55.8	11	35.4	2		CT	TH		3		GRU	149	Jena, Stadtroda	
1913	4	18	11:20	50	54	10	52.2	2		CT	TH		3		GRU	138	Gotha	
1913	9	5	08:58	50	54	10	52.2	2		CT	TH		3		GRU	138	Gotha	
1913	9	27	06:34	50	52.8	10	48.0	2		CT	TH		4		GRU	140	Gotha	
1919	11	30	02:30	50	51.6	10	34.8	2		CT	TH		4		GRU	142	Thüringer Wald	
1920	6	30	00	50	57	10	51.3	3		CT	TH		3.5		GRU	132	Gotha	
1924	10	4	02:30	50	53.4	11	17.4	2		CT	TH		3		GRU	145	Jena, Stadtroda	
1926	1	22	21	50	51	11	44.4	2		CT	TH		3		GRU	162	Jena, Stadtroda	
1926	1	28	19:15	50	52.8	11	45.6	2		CT	TH		3.5		GRU	159	Jena, Stadtroda	
1926	1	28		50	51.6	11	43.8	2		CT	TH		3		GRU	160	Jena, Stadtroda	
1926	1	29	16:30	50	51.6	11	43.8	2		CT	TH		3		GRU	160	Jena, Stadtroda	
1926	1	31	19:00	50	58.8	11	19.8	2		CT	TH		4		GRU	136	Jena, Stadtroda	
1926	2	6	17	50	55.8	11	35.4	2		CT	TH		3.5		GRU	149	Jena, Stadtroda	
1926	2	13	01:30	50	55.8	11	35.4	2		CT	TH		3.5		GRU	149	Jena, Stadtroda	
1926	2	13	17:03	50	55.8	11	35.4	2		CT	TH		3.5		GRU	149	Jena, Stadtroda	
1926	3	1	19:00	50	51	11	44.4	2		CT	TH		3.5		GRU	162	Jena, Stadtroda	
1926	10	25		50	57	10	42.6	3		CT	TH		3		GRU	131	Gotha	
1926	10	25		50	57.6	10	41.4	3		CT	TH		3		GRU	130	Gotha	
1943	4	21	09	51	6.6	10	42.0	2		CT	TH		3.5		GRU	114	Mühlhausen	
1943	5	4	06	50	52.2	10	31.8	2		CT	TH		3.5		GRU	141	Thüringer Wald	
1950	7	3		50	58.8	10	19.2	2		CT	TH		3		GRU	130	Thüringer Wald	
1951	3	14	03:45	51	12.6	10	27.0	2		CT	TH		3		GRU	104	Mühlhausen	
1952	4	13	02	50	49.8	10	56.4	2		CT	TH		2.5		GRU	146	Gotha	
1952	4	13	06	50	49.8	10	56.4	2		CT	TH		2.5		GRU	146	Gotha	
1952	4	14	01	50	49.8	10	56.4	2		CT	TH		2.5		GRU	146	Gotha	
1977	10	11	19:08:56	51	11	11	34			CT	TH		3		ISC	123	N WEIMAR	
1981	7	22	11:31:13	51	18	11	24			CT	TH		2.7		GRF	106	Kyffhäuser	
1982	5	5	08:55:33	51	12	11	24			CT	TH		2.7		GRF	116	NO Weimar	
1982	5	10	08:28:39	51	12	11	18			CT	TH		2.7		GRF	113	Erfurt, Weimar	
1987	1	6	09:49:43	51	18	11	24.0		10	G	CT	AH	2.6		BGR	106	Roßleben	
1987	12	15	12:51:42	51	16.8	10	9.6			CT	TH		2.2		MOX	101	Mühlhausen	
1994	12	22	16:16:24	50	48.6	10	34.8		1		CT	TH	2.0		B	BGR	147	SO Eisenach
1995	3	30	15:13:05	51	27.6	10	24.0	3	1	G	CT	TH	2.7		B	BGR	77	Bleicherode
1997	7	17	14:31:24	51	29.4	10	23.4	2	0	G	CT	TH	2.4		B	BGR	74	Bleicherode
1998	1	21	05:49:16	51	28.8	10	24.0	2	1	G	CT	TH	2.5		B	BGR	75	Bleicherode
2003	1	14	10:40:07	51	19.8	10	24.0	3	1	G	CT	TH	2.2		B	BGR	91	Muehlhausen, Bleicherode

Tabelle 1-11 Liste der Erdbeben in der Region Süd-Harz Bergbauggebiet (HM)

Auszug aus dem Erdbebenkatalog für die Bundesrepublik Deutschland mit Randgebieten ab dem Jahr 800. LEYDECKER (2005)

Datum			Herzzeit	Koordinaten			Tiefe		Region		Stärke			Art	Ref	Dist	Lokation
Jahr	Mon	Tag	hh:mm:ss	Breite	Länge	QE	h	Q	SR	PR	MI	Int	RS			km	
1980	10	13	01:09:01	51 26	10 30		1	G	HM	AH	3.2			B	BNS	78	Bleicherode
1982	5	7	23:42:06	51 20	10 41		1	G	HM	TH	2.6			B	EMS	89	Sondershausen
1983	7	2	03:18:45	51 25.2	10 39.6	1	1	G	HM	TH	3.3			B	GRU	79	Bleicherode
1986	12	13	06:11:32	51 21.0	10 27.6		1	1	HM	TH	2.6			B	BGR	88	Bleicherode
1988	3	17	06:24:59	51 29.4	10 26.4	2	1	G	HM	TH	2.1	4.5		B	POT	73	Bleicherode, S Harz
1992	8	10	18:23:09	51 20.4	10 42.0				HM	TH	2.1			B	MOX	88	Gundersleben S Nordhausen
1993	8	2	04:51:31	51 20.6	10 44.5				HM	TH	2.5			B	GRF	88	Gundersleben Sondershausen
1994	3	6	02:59:08	51 31.2	10 31.8		1		HM	TH	2.1			B	GRF	69	Bleicherode
1994	8	30	03:23:07	51 28.8	10 24.6			G	HM	TH	2.5			B	BGR	75	bei Bleicherode
1994	9	17	22:35:24	51 27.0	10 30.0		1	G	HM	TH	2.5	3		B	GRF	77	Bleicherode
1995	8	2	10:56:18	51 21	10 28	3	1	G	HM	TH	2,3			B	BGR	88	Bleicherode
1997	4	8	09:58:51	51 19,2	10 27,6	2	1	G	HM	AH	2,1			B	BGR	91	Muehlhausen, Bleicherode
1997	4	28	10:38:41	51 19,8	10 26,4	2	1	G	HM	TH	2,1			B	BGR	90	Muehlhausen, Bleicherode
1997	5	27	08:58:06	51 23,4	10 26,4	3	1	G	HM	TH	2,1			B	BGR	84	Muehlhausen, Bleicherode
1997	6	9	08:47:01	51 20,4	10 28,8	2		G	HM	TH	2,2			B	BGR	89	Muehlhausen, Bleicherode
1998	12	5	22:26:08	51 16,2	10 38,4	2	1	G	HM	TH	2,6			B	BGR	96	Gundeersleben, Sondershausen
1999	1	1	16:22:35	51 27,6	10 35,4	2	1	G	HM	AH	2,2			B	BGR	75	Bleicherode
2001	1	10	07:33:54	51 28,8	10 28,8	3	1	G	HM	AH	2,5			B	GRF	74	Bleicherode
2001	2	25	18:00:53	51 28,8	10 26,4	2	1	G	HM	AH	2,2			B	GRF	74	Bleicherode
2001	3	2	00:15:42	51 27,0	10 25,8	2	1	G	HM	AH	2,1			B	BGR	78	Bleicherode
2001	6	20	09:25:12	51 22,2	10 31,2	3	1	G	HM	AH	2,0			B	GRF	85	Muehlhausen, Bleicherode
2001	6	20	09:25:47	51 21,6	10 33,6	3	1	G	HM	AH	2,0			B	GRF	86	Muehlhausen, Bleicherode
2002	1	10	10:53:58	51 16,2	10 36,0	2	1	G	HM	TH	2,6			B	BGR	96	Muehlhausen, Bleicherode
2002	5	24	20:39:26	51 15,6	10 41,4	2	1	G	HM	TH	2,4			B	BGR	97	Gundersleben, Sondershausen
2002	5	28	09:22:36	51 19,8	10 33,6	2	0	G	HM	TH	2,3			B	BGR	89	Muehlhausen, Bleicherode
2002	10	6	00:27:11	51 30,6	10 30,0	2	1	G	HM	TH	2,3			B	BGR	70	Bleicherode
2002	12	5	10:26:30	51 21,6	10 31,2	2	1	G	HM	TH	2,4			B	BGR	86	Muehlhausen, Bleicherode
2003	6	5	22:34:31	51 17,4	10 39,6	2	1	G	HM	TH	2,0			B	BGR	94	Muehlhausen, Bleicherode

Tabelle 1-12 Liste der Erdbeben in der Region Zentral-Sachsen (CS)

Auszug aus dem Erdbebenkatalog für die Bundesrepublik Deutschland mit Randgebieten ab dem Jahr 800. LEYDECKER (2005)

Datum			Herzzeit	Koordinaten				Tiefe		Region		Stärke			Art	Ref	Dist	Lokation	
Jahr	Mon	Tag	hh:mm:ss	Breite	Länge	QE	h	Q	SR	PR	Ml	Int	RS			km			
823				51	6	12	48	5		CS	SA		7		GRU	189	N-Sachsen		
827				51	6	12	48	5		CS	SA		7.5		GRU	189	N-Sachsen		
1032	8	13		51	6	12	48	4		CS	SA		5		GRU	189	N-Sachsen		
1088	5	12		51	6	13	6	5		CS	SA		7.5		GRU	206	N-Sachsen		
1323				51	10.8	12	33.6	4		CS	SA		6.5		GRU	170	Grimma		
1540	6	26	19	51	6.0	12	54.0	4		CS	SA		6.5		GRU	194	N-Sachsen		
1552	3	6		50	34.8	13	4.8	4		CS	SA		6		GRU	244	Annaberg-Buchholz		
1552	4	20	9	50	34.2	12	39.6	3		CS	SA		5.5		GRU	224	Schneeberg		
1553	8	17	19:30	51	10	13	30	5		CS	SA		6.5		LEY	226	Meißen		
1568	7	26		51	7.2	13	3.0	4		CS	SA		5.5		GRU	202	N-Sachsen		
1569	1	12		50	39.6	12	37.2	3		CS	SA		5		GRU	215	Schneeberg		
1674	4	8	00:30	50	35.4	12	38.4	3		CS	SA		5		GRU	222	Schneeberg		
1701	3	19	06:45	50	35.4	12	38.4	3		CS	SA		5		GRU	222	Schneeberg		
1701	3	24	18	50	35.4	12	38.4	3		CS	SA		5		GRU	222	Schneeberg		
1701	3	26	04:30	50	35.4	12	38.4	3		CS	SA		5		GRU	222	Schneeberg		
1701	3	27	15	50	35.4	12	38.4	3		CS	SA		5.5		GRU	222	Schneeberg		
1701	4	8	00:30	50	35.4	12	38.4	3		CS	SA		5.5		GRU	222	Schneeberg		
1711	10	25	19:15	51	10.8	12	33.6	4		CS	SA		6.5	60	GRU	170	Leipzig		
1811	12	12	20	50	37.8	12	58.2	2	7	4	CS	SA		5.5		GRU	234	Annaberg-Buchholz	
1821	10	28	21:30	50	58.2	12	45.0	3	7	4	CS	SA		5	45	GRU	196	Zentralsachsen	
1869	6	6	6	50	56.4	12	57.0	3		CS	SA		5		GRU	209	Zentralsachsen		
1877	10	5	04:30	50	48	13	39.6	3	5	4	CS	SA		5.5		GRU	258	Erzgebirge	
1896	11	3	21:10	50	35.4	13	30.0	2	11	5	CS	SA		5.5	21	GRU	265	Erzgebirge	
1900	7	26	02:30	50	25.8	12	44.4	2		CS	SA		5		GRU	240	Johanngeorgenstadt		
1905	8	17	03:21	51	21.0	12	22.8	2	10	4	CS	SA	4.1	5.5	59	GRU	148	Leipzig	
1908	12	19	05:03:51	51	6.6	12	55.8	2	14	4	CS	SA	3.8	5.5	82	GRU	195	Rochlitz, N-Sachsen	
1909	1	6	03:53	50	31.2	13	15.0	2		CS	SA		5		GRU	257	Erzgebirge		
1914	6	27	01:44:50	51	21.6	12	25.8	2	8	5	CS	SA		6		GRU	150	Leipzig	
1940	5	24	19:08:58	51	28.8	11	47.5	1	1	4	CS	AH	4.3	7.5	25	2	SGM	107	Krüggershall, Teutschenthal
1978	9	22	08:55	51	30	12	0	4		CS	AH	2.8				GRF	116	Halle, Saale	
1978	9	24	10:04	50	36	12	48	4		CS	SA	2.2				GRF	228	Beierfeld, Erzgebirge	
1979	1	8	13:54:15	50	42	13	18			CS	CS	2.5				GRF	245	SO Chemnitz	
1979	9	25	01:01:55	50	36.6	12	41.4	2	5	1	CS	SA	2.9	5			GRU	222	Schneeberg
1982	2	20	04:34:37	51	21.0	12	26.4	1	8	1	CS	SA		5			GRU	151	Leipzig
1983	7	3	02:57:14	50	46.8	14	44.4		25	G	CS	CS	2.7				ISC	325	Hory Luzicke/CS
1985	11	28	13:00:11	50	54.0	14	12.0		10		CS	CS	3.3				ISC	284	O Pirna
1986	1	3	09:23:24	50	33.0	13	16.2	3	10	G	CS	CS	2.6				BGR	256	Annaberg-Buchholz
1986	9	17	09:25:35	50	22.2	12	36.6		10	G	CS	CS	2.2				BGR	240	Klingenthal, Kraslice/CS
1986	10	16	08:59:57	51	0.0	13	49.2				CS	SA	3.2				BGR	255	Pirna, S Dresden
1986	10	24	14:39:10	50	32.4	12	50.4	2			CS	SA	2.2				GRU	235	Annaberg-Buchholz
1987	1	23	13:34:12	51	41.4	11	54.6		10	G	CS	AH	2.4				BGR	99	Köthen
1987	7	15	11:00:11	50	54.0	13	54				CS	SA	2.5				GRF	266	Pirna/Sachsen, Dresden
1987	11	13	12:59:22	50	50.0	14	35.5		10	G	CS	CS	3.0				USG	313	Hory Luzicke/CS
1989	2	17	10:00:02	50	50.6	14	16.8		10	G	CS	CS	2.7				ISC	293	O Pirna
1994	12	6	14:02:30	51	13.2	13	48		0	G	CS	SA	2.0				BGR	242	Königsbrück NNO Dresden
1996	9	11	03:36:36	51	26.9	11	50.7	1	1	4	CS	AH	4.9	6.5	40	2	TKL	112	Teutschenthal
1999	1	16	02:48:05	51	10.8	12	02.4	2	22		CS	TH	2.0				BGR	142	Zeitz, N Jena
2003	7	26	05:34:19	51	05.4	12	29.4	2			CS	SA	2.3				SUG	171	Regis-Breitlingen

Tabelle 1-13 Liste der Erdbeben in der Region Nordost Deutschland (ND)

Auszug aus dem Erdbebenkatalog für die Bundesrepublik Deutschland mit Randgebieten ab dem Jahr 800. LEYDECKER (2005)

Datum			Herdzeit hh:mm:ss	Koordinaten			QE	Tiefe		Region			Stärke			Art	Ref	Dist km	Lokation
Jahr	Mon	Tag		Breite	Länge	SR		PR	MI	Int	RS								
1789	5	17		52 24	12 27	3			ND	BR		5			GRU	124	Plaue an der Havel		
1874	10	16		51 21.0	14 43.8	3			ND	SA		3			GRU	296	Lausitz		
1876	10	31	11:50	52 22.8	12 58.2	3			ND	BR		4			GRU	158	Werder, Potsdam		
1888	5	16		54 12.0	11 27.0	3			ND	OS		4			GRU	235	S-Ostsee		
1905	7	27		53 57.6	10 52.2	2			ND	OS		3			GRU	204	S-Ostsee		
1906	9	14		54 30.0	11 9.0	4			ND	OS		4			GRU	265	S-Ostsee		
1907	4	30		54 27.0	11 10.2	3			ND	OS		3			GRU	260	S-Ostsee		
1920	6	29	23	51 46.2	14 13.2	2			ND	BR		4			GRU	248	Lausitz		
1924	12	15	22:45	53 52.8	14 16.2	3			ND	PL		4			GRU	305	NW-Polen		
1997	10	29	19:58:18	53 56.4	10 19.8		4		ND	ND	1.8				GRF	202	Bad Segeberg		
1998	9	15	12:31:41	54 27.6	12 18.6	3	0	G	ND	OS	2.5				BGR	281	Baltic Sea, N Rostock		
2000	5	19	19:22:40	53 33.8	11 0.9	2	5	G	ND	ND	3.2				GOR	161	Wittenburg, Zarrentin		
2001	7	21	21:16:35	54 03.6	12 26.4	2	7	2	ND	ND	3.4				BGR	245	E Rostock		

Tabelle 1-14 Liste der Erdbeben in der Region Nördliches Niedersachsen und Holstein (NX)

Auszug aus dem Erdbebenkatalog für die Bundesrepublik Deutschland mit Randgebieten ab dem Jahr 800. LEYDECKER (2005)

*I₀** Intensitätsangabe in EMS (1998)

Datum			Herdzeit hh:mm:ss	Koordinaten			QE	Tiefe		Region			Stärke			Art	Ref	Dist km	Lokation
Jahr	Mon	Tag		Breite	Länge	SR		PR	MI	Int	RS								
1323				53 15	10 25				NX	ND		5			D	LYK	126	Lüneburg	
1771	8	8		53 33	10 0	3	1	1	NX	ND		5			1	S40	164	Hamburg	
1904	12	7		53 33.0	9 59.4	3			NX	ND		2.5			1	GRU	165	Hamburg	
1907	1	16	23:15	53 34.2	9 48.0	2			NX	ND		3			1	GRU	171	Hamburg	
1929	9	29		53 32.8	9 49.4	1	1	1	NX	ND		4			1	HAM	168	Hamburg, Groß Flottbeck	
1977	6	2	13:32:23	52 56.9	9 56.7	2	8	5	NX	ND	4.0	5.5	30		LSS	104	Soltau, Münster		
1983	5	4	10:25:58	54 30.0	10 12	0			NX	ND	2.2				P	ISC	266	Laboe, N Kiel	
1986	12	26	07:47:51	52 59.4	6 33	0	1		NX	NL	2.8	4.5			B	CRO	294	S Assen/NL	
1987	12	14	20:49:48	52 55.8	6 33	0	2		NX	NL	2.5	4			B	CRO	292	Hooghaalen/NL	
1989	12	1	20:09:18	52 31.8	4 58.2	0			NX	NL	2.7	5			B	DBN	390	Purmerend/NL	
1991	4	25	10:26:32	52 57.0	6 34.2	0	3		NX	NL	2.6	3.5			B	DBN	291	Geelbroek/NL	
1991	8	8	04:01:15	52 57.6	6 34.2	0	3	G	NX	NL	2.7	3.5			B	DBN	292	Eleveld/NL, S of Assen/NL	
1991	12	5	00:24:55	53 21.6	6 39.6	0	2	G	NX	NL	2.4	3			B	DBN	301	Middelstum/NL	
1992	5	23	15:29:11	52 57.0	6 34.2	0	3	G	NX	NL	2.6	3.5			B	DBN	291	Geelbroek/NL	
1992	7	22	23:23:13	52 57.6	6 34.8	0	3	G	NX	NL	2.6	3			B	DBN	291	Eleveld/NL	
1993	5	7	16:19:48	52 54.0	7 54	0			NX	ND	2.9				B	BGR	206	Werlte, W Cloppenburg	
1993	9	22	17:37:04	53 21.0	6 38.4	0	3	G	NX	NL	2.0	2.5			B	DBN	302	Middelstum/NL	
1993	11	23	21:31:47	53 12.1	6 49.1	0	3	G	NX	NL	2.2	2.5			B	DBN	285	Slochteren/NL	
1994	8	16	14:37:42	53 3.0	6 42.6	0			NX	NL	2.6				B	DBN	286	Veendam/NL SO Groningen	
1997	2	19	21 :53 :51	52 54.0	6 46.2		1	G	NX	NL	3.2	6*			B	BRF	277	Roswinkel, Exloo / NL	
1999	12	31	11 :00 :54	52 54.0	6 42.0	4	10	G	NX	NL	2.6				B	BGR	282	Schoonoord, Exloo / NL	
2000	4	8	20 :30	53 34.3	9 52.6	1	1		NX	ND		4				HAB	169	Hamburg-Bahrenfeld	
2000	10	25	18 :10 :34	52 55.2	6 48.0	2	2	G	NX	NL	3.2				B	BGR	276	Schoonoord, Exloo / NL	
2002	2	5	10 :30 :40	53 19.1	6 43.0		3		NX	NL	2.2				B	KNM	297	E Groningen / NL	
2002	7	11	21 :02 :44	52 58.7	8 49.0	1	2		NX	ND	2.3	5*		5	B	LY4	157	Weyhe, S Bremen	
2002	9	10	23 :01 :46	52 51.6	8 7.8	2	2	G	NX	ND	2.5				B	BGR	190	Cloppenburg	
2003	10	24	01 :52 :41	53 16.3	6 23.6	4	1	G	NX	NL	2.8				B	BGR	315	Groningen / NL	
2003	11	10	00 :22 :37	53 23.0	6 30.8	2	1	G	NX	NL	3.0				B	BGR	312	Groningen / NL	
2004	10	20	06:59:16	53 4.6	9 32.2		12	4	NX	ND	4.5	5.5*		68		BGR	130	Rotenburg; S Hamburg	
2004	10	20	07:47:37	53 3.2	9 36.4		5	G	NX	ND	2.2					BGR	125	Rotenburg; S Hamburg	
2004	10	20	20.05:25	53 4.2	9 34.4		5	G	NX	ND	2.2					BGR	128	Rotenburg; S Hamburg	

Tabelle 1-15 Liste der Erdbeben in der Region Teutoburger Wald (TW)

Auszug aus dem Erdbebenkatalog für die Bundesrepublik Deutschland mit Randgebieten ab dem Jahr 800. LEYDECKER (2005)

Datum			Herzzeit	Koordinaten			Tiefe		Region		Stärke			Art	Ref	Dist	Lokation		
Jahr	Mon	Tag	hh:mm:ss	Breite	Länge	QE	h	Q	SR	PR	MI	Int	RS			km			
1612	10	1		52	4	8	42	3			TW	NW			S40	136	Bielefeld		
1770	9	3	11:45	52	30	8	0				TW	ND			MEG	187	Alfhausen		
1980	10	6	19:54:31	52	18	7	48		1	G	TW	NW	2.8	4	6	B	BNS	197	Mettingen, Ibbenbüren
1981	7	13	8:12:44	52	15.7	7	42.5	2	2	4	TW	NW	4.1	6	9	B	HHC	203	Ibbenbüren
1982	11	22	18:00:41	52	16	7	48		1	G	TW	NW	2.7	4		B	BNS	197	Mettingen
1982	12	28	3:54:01	52	18	7	42				TW	NW	2.7			B	BNS	204	Ibbenbüren
1991	5	16	2:06:19	52	16.8	7	45.7	1	1	4	TW	NW	4.3	6	20	B	BUG	200	Ibbenbüren
1993	3	22	18:40:46	52	15.8	7	45.4		1	G	TW	ND	3.6	5	15	B	BNS	200	Ibbenbüren
1994	1	29	5:52:41	52	13.8	7	49.8		1	G	TW	NW	3.6	5		B	GRF	195	Ibbenbüren
1995	8	3	17:47:08	52	16.8	7	49.2	3	1	G	TW	ND	3,3	3,5		B	BGR	195	Mettingen, Ibbenbüren
1996	11	9	17:44:57	52	21,0	7	45,6	4	1	G	TW	NW	2,0			B	BGR	200	Ibbenbüren
1996	11	12	16:03:49	52	25,8	7	45,0	4	1	G	TW	NW	2,3			B	BGR	201	N Ibbenbüren
1997	3	20	00:19:54	52	22,2	7	42,6		1	G	TW	NW	2,3			B	GRF	203	Ibbenbüren
1997	11	8	20:05:44	52	21,0	7	46,2	3	1	G	TW	NW	2,8			B	GRF	199	Ibbenbüren
1998	1	6	19:33:47	52	18,6	7	45,0	3	1	G	TW	NW	2,4			B	BGR	200	Ibbenbüren
1998	1	16	03:00:18	52	24,0	7	51,6	4	1	G	TW	NW	2,0			B	BGR	193	Ibbenbüren
1998	1	22	13:45:27	52	18,0	7	48,6	2	1	G	TW	NW	2,3			B	BGR	196	Ibbenbüren
1999	4	17	09:11:25	52	17,4	7	42,6	4	1	G	TW	NW	3,0			B	GRF	202	Ibbenbüren
1999	7	26	02:00:21	52	16,2	7	46,8	3	1	G	TW	NW	2,3			B	BGR	198	Ibbenbüren
1999	12	26	16:24:50	52	22,8	7	50,4	4	1	G	TW	NW	2,4			B	BGR	195	Ibbenbüren
2000	1	5	09:25:28	52	24,0	7	45,6	4	1	G	TW	NW	2,4			B	BGR	200	Ibbenbüren
2001	12	29	20:44:31	52	19,6	7	45,9	3	1	G	TW	NW	2,7	3,5		B	BGR	199	Ibbenbüren
2003	1	6	21:49:52	52	19,8	7	45,6	2	1	G	TW	ND	4,2			B	BGR	199	Tecklenburg / Ibbenbüren
2004	10	20	32:13:23	52	22,4	7	52,5		1	G	TW	ND	2,0			B	BGR	192	Tecklenburg / Ibbenbüren

Tabelle 1-16 Liste der Erdbeben in der Region Münsterland (MU)

Auszug aus dem Erdbebenkatalog für die Bundesrepublik Deutschland mit Randgebieten ab dem Jahr 800. LEYDECKER (2005)

Datum			Herzzeit	Koordinaten			Tiefe		Region		Stärke			Art	Ref	Dist	Lokation		
Jahr	Mon	Tag	hh:mm:ss	Breite	Länge	QE	h	Q	SR	PR	MI	Int	RS			km			
1767	1	20	09:30	51	41	8	20				MU	NW		5	35		S40	169	Lippstadt
1971	2	17	08:10:36	51	52	7	52				MU	NW	2.6	3		B	G71	195	Gelsenkirchen
1981	3	25	20:28:50	51	46	7	12		1	G	MU	NW	2.3			B	BGR	243	Recklinghausen
1982	9	11	12:46:46	51	45	7	42		1	G	MU	NW	2.1			B	BUG	209	Hamm
1982	10	26	01:52:05	51	47	7	43		1	G	MU	NW	2.4			B	BUG	207	Hamm
1983	3	9	15:48:32	51	45.8	7	42.7		1	G	MU	NW	2.0			B	BUG	208	Hamm
1983	3	25	00:41:26	51	45.2	7	43.7		1	G	MU	NW	2.1			B	BUG	207	Hamm
1983	5	14	18:43:53	51	45.2	7	58.6		1	G	MU	NW	3.0			C	BUG	191	Hamm
1988	7	19	10:36:41	51	26.4	8	43.8		9		MU	NW	2.1				TNS	155	Niedermarsberg Paderborn
1992	2	21	23:01:31	51	45.8	6	56.9	3	12		MU	NW	2.0			B	ISC	260	Dorsten, N Bottrop
1993	7	30	16:42:51	51	25.2	8	22.8		10	G	MU	NW	2.1				BGR	178	Büren, SW Paderborn
1995	1	28	08:46:48	51	45,0	7	45,6		1	G	MU	NW	2,1			B	BGR	204	Hamm / Westfalen
1997	12	2	20:03:41	51	50,4	7	36,6	4	1	G	MU	NW	2,1			B	GRF	212	Muenster, Westfalen
1999	12	29	11:06:38	51	45,6	7	54,0	3	1	G	MU	NW	2,1			B	BGR	194	Hamm / Westfalen
2000	1	11	15:40:44	51	45,6	7	53,4	3	1	G	MU	NW	2,2			B	BGR	195	Hamm / Westfalen
2000	2	4	02:55:33	51	45,6	7	55,2	3	1	G	MU	NW	2,1			B	BGR	193	Hamm / Westfalen
2002	8	21	22:12:29	51	45,8	7	43,9		1	G	MU	NW	2,3			B	BNS	205	Hamm
2004	6	24	20:27:00	51	50.8	8	30.7		5	G	MU	NW	2.2				BNS	151	östl. von Rietberg
2004	8	10	09:54:30	51	38.4	8	39.4		10	G	MU	NW	2:0				BNS	149	Salzkotten

**Tabelle 1-17 Liste der Erdbeben in der Region
Östliches Rheinisches Schiefergebirge (RS)**

Auszug aus dem Erdbebenkatalog für die Bundesrepublik Deutschland mit Randgebieten ab dem Jahr 800. LEYDECKER (2005)

Datum			Herzzeit	Koordinaten				Tiefe		Region		Stärke			Art	Ref	Dist	Lokation	
Jahr	Mon	Tag	hh:mm:ss	Breite	Länge	QE	h	Q	SR	PR	MI	Int	RS			km			
1348				51	3	7	7	4		RS	NW	6			HIN	276	Altenberger Abtei, Burscheid		
1735	8	7		50	35	8	42	3		RS	HS	5	70		S40	221	Giessen		
1974	12	7	16:02:32	50	37.0	8	0	3		RS	RP	2.2			BNS	252	Marienberg		
1980	9	12	05:42:53	51	13	7	7		1	G	RS	NW	2.2		B	BUG	268	Wuppertal	
1981	3	20	14:42:33	51	18	8	48		5	G	RS	NW	2.5			BGR	160	Rothaargebirge, W Kassel	
1982	6	7	09:53:49	50	39	7	59	2			RS	RP	2.1			BNS	251	Bad Marienberg	
1982	6	8	02:01:35	50	40	7	59	2			RS	RP	2.1			BNS	249	Bad Marienberg	
1982	6	11	18:17:07	50	40.7	8	0.1	1	13	1	RS	RP	2.5	3.5		BNS	248	Bad Marienberg	
1982	6	11	18:22:16	50	41	8	0	1			RS	RP	2.1			BNS	247	Bad Marienberg	
1982	6	11	18:33:02	50	41	8	0	1			RS	RP	2.3	3		BNS	247	Bad Marienberg	
1982	6	12	11:06:56	50	40.7	8	0.1	1	13	1	RS	RP	2.4	3		BNS	248	Bad Marienberg	
1982	6	22	12:44:51	50	40.3	7	59.2	1	13	1	RS	RP	2.6	3.5	12	BNS	249	Bad Marienberg	
1982	6	26	06:48:57	50	40	7	59	1	13	1	RS	RP	2.1			BNS	249	Bad Marienberg	
1982	6	26	13:57:24	50	40.2	7	59.1	1	13	1	RS	RP	3.1	4	15	BNS	249	Bad Marienberg	
1982	6	26	15:07:04	50	40	7	59.0	1	13	1	RS	RP	2.4			BNS	249	Bad Marienberg	
1982	6	28	09:57:34	50	40.8	7	59.5	1	13	1	RS	RP	4.7	5.5	150	BNS	248	Bad Marienberg	
1982	11	1	23:40:35	50	41.3	8	1.7	1	13	1	RS	RP	2.1	3	10	BNS	245	Bad Marienberg	
1982	11	1	20:00:16	50	40.5	7	59.4	1	13	1	RS	RP	1.9	3	10	BNS	248	Bad Marienberg	
1982	12	5	13:41:41	50	40.3	7	59.0	1	13	1	RS	RP	2.2	3	10	BNS	249	Bad Marienberg	
1983	1	31	20:52:26	50	18.6	8	31.8		14		RS	HS	2.3			BNS	253	Bad Homburg/Taunus	
1983	7	18	09:48:17	50	39.6	7	57.6		16		RS	RP	2.1			BNS	251	Bad Marienberg	
1983	7	18	10:19:04	50	39.6	7	58.2		13		RS	RP	2.2			BNS	251	Bad Marienberg	
1984	4	26	05:28:49	50	41.1	8	0.6		13		RS	RP	2.0	2.5	10	BNS	247	Bad Marienberg	
1984	4	27	13:01:46	50	40.9	7	59.1		13		RS	RP	2.0	2.5	10	BNS	248	Bad Marienberg	
1984	4	27	21:11:06	50	40.7	7	59.4		13		RS	RP	2.0	2.5	15	BNS	248	Bad Marienberg	
1984	7	5	18:40:56	50	40.3	7	57.8		13		RS	RP	2.5	3.5	15	BNS	250	Bad Marienberg	
1984	7	12	20:44:26	50	40.1	7	56.8		13		RS	RP	1.7	2.5	10	BNS	251	Bad Marienberg	
1987	11	20	11:53:52	50	40.8	7	52.2		10	G	RS	RP	2.0			BGR	255	Betzdorf/ Westerwald	
1989	1	8	22:28:40	50	40.2	7	57.6				RS	RP	2.2	2	20	BNS	250	Betzdorf/ Westerwald	
1989	1	17	14:01:35	50	34.8	7	56.4				RS	RP	2.2			TNS	258	Montabaur	
1989	7	1	07:06:22	50	43.2	7	57.0		13		RS	RP	2.2			BNS	247	Bad Marienberg/ Westerwald	
1989	7	13	08:12:40	50	34.2	7	58.2				RS	RP	2.0			TNS	257	Montabaur	
1989	12	7	10:00:00	50	33.6	8	35.4				RS	HS	2.4			TNS	228	Wetzlar	
1997	12	9	23:06:58	50	22.2	8	23.4	3	10	G	RS		2.0			GRF	252	Bad Homburg / Taunus	
2000	1	20	03:03:17	50	37.3	7	41.4		10	G	RS	RP	3.7	5		BNS	266	Meckenheim	
2000	7	26	11:59:03	51	16.8	6	57.0	4	1	G	RS	NW	2.0			B	BGR	273	Duesseldorf
2000	11	10	10:09:03	51	19.2	6	45.0	4	0	G	RS	NW	2.0			B	BGR	285	Duesseldorf
2001	4	3	09:02:23	51	17.4	6	56.4	3	1	G	RS	NW	2.0			B	BGR	273	Duesseldorf
2001	7	18	09:02:22	51	19.2	6	54.0	3	1	G	RS	NW	2.0			B	BGR	275	Duesseldorf
2001	12	25	10:05:54	51	13.2	6	43.8	4	1	G	RS	NW	2.0			B	BGR	290	Duesseldorf
2002	1	10	10:01:15	51	15.6	6	57.6	3	1	G	RS	NW	2.0			B	BGR	273	Duesseldorf
2002	3	6	10:02:03	51	18.0	6	58.8	4	1	G	RS	NW	2.1			B	BGR	270	Duesseldorf
2002	3	18	10:01:19	51	18.0	6	54.0	3	1	G	RS	NW	2.0			B	BGR	276	Duesseldorf

Tabelle 1-18 Liste der Erdbeben in der Region Nord-Franken (NF)

Auszug aus dem Erdbebenkatalog für die Bundesrepublik Deutschland mit Randgebieten ab dem Jahr 800. LEYDECKER (2005)

Datum			Herzzeit hh:mm:ss	Koordinaten			Tiefe		Region		Stärke			Art	Ref	Dist km	Lokation	
Jahr	Mon	Tag		Breite	Länge	QE	h	Q	SR	PR	Ml	Int	RS					
1113				49	53.4	10	53.4	4		NF	BY		4.5		GRU	250	Unterfranken	
1501	1	25		50	34.2	10	25.2	3		NF	TH		3.5		GRU	174	S-Thüringen	
1834	9	20		50	37.2	10	32.4	3		NF	TH		3.5		GRU	168	S-Thüringen	
1838	1	21	07:30	50	2	10	13			NF	BY		4		BOE	235	Schweinfurt	
1860	8	23	16	50	6.0	11	18.0	3		NF	BY		5		GRU	231	Frankenwald	
1873	1	15	02:25	49	38	9	41			NF	BW		4		SP1	286	Tauberbischofsheim	
1904	2	18		50	7.8	11	26.4	2		NF	BY		3.5		GRU	230	Frankenwald	
1904	10	2	19:30	50	7.2	11	0.0	2		NF	BY		3		GRU	225	Frankenwald	
1936	4	1	01:50	49	28	9	0			NF	BW		4		S41	319	Eberbach, Neckar	
1980	5	6	16:52:29	49	18	9	30			NF	BW	2.1			GRF	326	Öhringen	
1982	5	21	08:33:49	49	54	9	36			NF	BY	2.1			GRF	259	Lohr/Main	
1982	6	2	08:03:50	49	42	9	36			NF	BY	2.3			GRF	281	Wertheim, SW Würzburg	
1982	6	21	16:19:34	49	54	9	24			NF	BY	2.2			GRF	264	Lohr/Main, E Aschaffenburg	
1983	7	21	06:35:00	49	42.0	11	36.0		1	G	NF	BY	2.0		2	GRF	279	Auerbach/Pegnitz
1988	2	4	16:46:07	49	54.4	11	23.6		6		NF	BY	2.0			BGR	253	Bayreuth
1991	5	4	07:33:42	49	55.2	9	3.1		4		NF	BY	2.5			IGK	271	Aschaffenburg
1993	8	28	23:20:49	49	18.0	9	54.0		10	G	NF	BY	2.2			ISC	319	Künzelsau, Schwäbischhall
1997	11	10	16:13:06	50	23.4	10	17.4	2	10	G	NF	BY	3.1			GRF	195	Bad Neustadt a. d. Saale
1998	12	11	03:45:32	50	16.2	10	24.6		7		NF	BY	2.8			LED	208	Koenigshofen i. Gr.
1999	2	15	21:48:16	50	13.2	10	29.4	2	10	G	NF	BY	2.0			BGR	213	Koenigshofen i. Gr.
1999	11	8	15:31:00	50	04.2	10	32.4	2	10	G	NF	BY	2.2			GRF	229	Hassfurt / Main
1999	11	8	23:48:02	50	04.2	10	32.4	2	10	G	NF	BY	2.0			BGR	229	Hassfurt / Main
1999	11	12	13:27:22	50	03.6	10	33.0	2	10	G	NF	BY	2.2			BGR	230	Hassfurt / Main
2001	2	18	02:52:10	49	48.0	9	08.4	2	5	2	NF	HS	2.1			BGR	280	Miltenberg / Odenwald
2001	7	2	13:19:06	50	21.6	10	11.4	2	5	G	NF	BY	3.3			BGR	200	Bad Neustadt a. d. Saale
2002	2	2	15:57:44	49	22.4	9	24.2	2	8	2	NF	BW	2.3			LED	319	Adelsheim

Tabelle 1-19 Liste der Erdbeben in der Region Vogtland (VG) ab der Epizentralintensität $I_0 = VI - VII$ [MSK]

Auszug aus dem Erdbebenkatalog für die Bundesrepublik Deutschland mit Randgebieten ab dem Jahr 800. LEYDECKER (2005)

Datum			Herzzeit hh:mm:ss	Koordinaten			Tiefe		Region		Stärke			Art	Ref	Dist km	Lokation	
Jahr	Mon	Tag		Breite	Länge	QE	h	Q	SR	PR	Ml	Int	RS					
1326				50	48.0	12	12.0	4		VG	TH		6.5		GRU	184	Gera	
1346				50	48.0	12	12.0	5		VG	TH		8		GRU	184	Gera	
1366	5	24		50	48.0	12	12.0	5		VG	TH		7.5		GRU	184	Gera	
1578	4	27	11	50	52.8	12	13.8	4		VG	TH		6.5		GRU	178	Gera	
1598	12	16	07	50	52.2	12	10.8	4		VG	TH		6.5		GRU	177	Gera	
1872	3	6	15:55	50	51.6	12	16.8	2	9	4	VG	TH	7.5	290	GRU	182	Posterstein	
1897	11	7	04:58	50	21.0	12	28.8	3	8	4	VG	CS	6.5		GRU	237	Kraslice, CS	
1903	3	5	20:37:06	50	22.2	12	25.2	2	10	4	VG	SA	4.2	6.5	135	GRU	233	Oberes Vogtland
1903	3	5	20:55:32	50	22.2	12	25.2	2	10	4	VG	SA	4.2	6.5	135	GRU	233	Oberes Vogtland
1908	11	3	17:21:17	50	20.4	12	28.2	2	10	4	VG	CS	4.6	6.5	120	GRU	238	Kraslice, CS
1908	11	4	10:55:57	50	20.4	12	28.2	2	9	4	VG	CS	4.3	6.5		GRU	238	Kraslice, CS
1908	11	4	13:10	50	20.4	12	28.2	3	9	4	VG	CS	4.5	6.5	85	GRU	238	Kraslice, CS
1908	11	6	4:35:53	50	20.4	12	28.2	2	14	4	VG	CS	4.6	6.5	160	GRU	238	Kraslice, CS
1985	12	14	5:38:06	50	9.0	12	23.4		10		VG	CS	4.2	6.5	97	ISC	253	Hatzenreuth, Cheb/CS
1985	12	21	10:16:20	50	13.7	12	27.4		10		VG	CS	5.1	7	160	FUR	248	Klingenthal, Kraslice/CS
1985	12	23	4:27:09	50	14.1	12	28.0		9		VG	CS	4.1	6.5	143	FUR	248	Klingenthal, Kraslice/CS
1986	1	20	23:38:30	50	14.7	12	26.8		9		VG	CS	4.8	6.5	170	FUR	246	Klingenthal, Kraslice/CS

Tabelle 1-20 Liste aller Erdbeben bis 50 km Epizentralentfernung um den Standort Asse

Auszug aus dem Erdbebenkatalog für die Bundesrepublik Deutschland mit Randgebieten ab dem Jahr 800. LEYDECKER (2005)

Datum			Herdzeit	Koordinaten				Tiefe		Region		Stärke			Art	Ref	Dist	Lokation	
Jahr	Mon	Tag	hh:mm:ss	Breite	Länge		QE	h	Q	SR	PR	MI	Int	RS			km		
1409	8	23	22	52	6	11	24	4		AM	AH	6			GRM	50	Magdeburg		
1908	11	6	00:26	51	47.4	11	8.4	2		HZ	AH	3			GRU	50	Quedlinburg		
1912	9	11	19:45	51	52.2	10	16.2	2	1	G	HZ	ND	3.5		B	SP2	40	Bad Grund, Harz	
1980	8	10	21:54:28	52	4	10	2		1	G	SX	ND	1.6	3		B	IFT	45	Bad Salzdetfurt
1994	12	6	14:05:43	52	6.0	11	15.0		0		AM	AH	2.0			BGR	40	Oschersleben, SW Magdeburg	

Tabelle 1-21 Liste der Erdbeben über 50 km bis 200 km Epizentralentfernung um den Standort Asse ab der Epizentralintensität $I_0 = VI - VII$ (MSK)

Auszug aus dem Erdbebenkatalog für die Bundesrepublik Deutschland mit Randgebieten ab dem Jahr 800. LEYDECKER (2005)

Datum			Herdzeit	Koordinaten				Tiefe		Region		Stärke			Art	Ref	Dist	Lokation	
Jahr	Mon	Tag	hh:mm:ss	Breite	Länge		QE	h	Q	SR	PR	MI	Int	RS			km		
823				51	6	12	48	5		CS	SA	7			GRU	189	N-Sachsen		
827				51	6	12	48	5		CS	SA	7.5			GRU	189	N-Sachsen		
1323				51	10.8	12	33.6	4		CS	SA	6.5			GRU	170	Grimma		
1326				50	48.0	12	12.0	4		VG	TH	6.5			GRU	184	Gera		
1346				50	48.0	12	12.0	5		VG	TH	8			GRU	184	Gera		
1366	5	24		50	48.0	12	12.0	5		VG	TH	7.5			GRU	184	Gera		
1540	6	26	19	51	6.0	12	54.0	4		CS	SA	6.5			GRU	194	N-Sachsen		
1578	4	27	11	50	52.8	12	13.8	4		VG	TH	6.5			GRU	178	Gera		
1598	12	16	07	50	52.2	12	10.8	4		VG	TH	6.5			GRU	177	Gera		
1711	10	25	19:15	51	10.8	12	33.6	4		CS	SA	6.5	60		GRU	170	Leipzig		
1767	4	13	00:30	51	0	9	42	3		HS	HS	6.5	70		S40	143	Rotenburg, Fulda		
1872	3	6	15:55	50	51.6	12	16.8	2	9	4	VG	TH	7.5	290		GRU	182	Posterstein	
1940	5	24	19:08:58	51	28.8	11	47.5	1	1	4	CS	AH	4.3	7.5	25	2	SGM	107	Krügerhall, Teutschenthal
1943	3	5	23	51	45.0	11	31.2	1	1	4	HZ	AH	4.0	6.5		2	GRU	72	Schierstedt, Aschersleben
1953	2	22	20:16:21	50	55	10	0	1	1	4	WR	HS	5.0	8	35	2	SGM	143	Heringen
1958	7	8	5:02:24	50	50	10	7	1	1	4	WR	TH	4.8	7.5	19	2	SGM	149	Merkers
1971	4	4	5:00:53	51	45.0	11	31.2	1	1		HZ	AH	4.6	6.5		2	G71	72	Schierstedt, Aschersleben
1975	6	23	13:17:36	50	48	10	0	1	1	1	WR	TH	5.2	8	75	2	LY1	155	Sünna, Werratal
1989	3	13	13:02:17	50	48	10	3	0	1		WR	TH	5.6	8.5	140	2	LGA	154	Völkershausen, Kalibergbau
1996	9	11	3:36:36	51	26.9	11	50.7	1	1	1	CS	AH	4.9	6.5		2	TKL	112	Teutschenthal

Teil 2

Seismische Einwirkungen am Standort

Gliederung:

2	Seismische Einwirkungen am Standort.....	48
2.1	Einleitung.....	48
2.2	Festlegung des Bemessungserdbebens.....	49
2.3	Ableitung der Maximalbeschleunigungen, statistischen Freifeld- Beschleunigungsantwortspektren und Dauer der Starkbebenphase	52
2.4	Parameter für das Bemessungserdbeben.....	54
2.5	Zusammenfassung.....	55
2.6	Literatur.....	56
2.7	Verzeichnis der Abbildungen.....	57
2.8	Verzeichnis der Tabellen.....	61

2 Seismische Einwirkungen am Standort

2.1 Einleitung

Im Teil 1 (Seismologische Verhältnisse) wurde die geologische Struktur der seismogeographischen Region Harz beschrieben sowie die Seismizität des Standortes und der benachbarten Regionen bis zu einer Entfernung von 200 km um den Standort. Darin ist auch die großräumige geologische und tektonische Beschreibung des betreffenden Gebietes enthalten. Für die unmittelbare Abschätzung der seismischen Einwirkungen ist jedoch die lokale Tektonik maßgebend.

Eine detaillierte geologische und tektonische Beschreibung des Gebietes findet man bei KOCKEL (1991). Das Gebiet liegt im Bereich einer der wohl wichtigsten großtektonischen Elemente Nordwestdeutschlands. Diese tektonische Zone zeigt überwiegend NNE - SSW bis N - S streichende Strukturen im Westen und WNW - ESE bis NW - SE streichende Strukturen im Osten. Per Definition stellt diese Struktur, die Braunschweig-Gifhorn-Bruchzone, die Ostgrenze des Niedersächsischen Beckens bzw. die Westgrenze des Subherzyns dar. Der Höhenzug Asse bildet darin das westliche Ende einer über 25 km bis nach Jerxheim reichenden NW-SE streichenden Salzaufstiegslinie (KLARR et al., 1987).

1983 wurde im Rahmen eines reflexionsseismischen Programms über die Asse im Bereich der Schachanlage Asse II auch eine Salzstockunterschließung von beiden Flanken her durchgeführt, bei deren Auswertung zwei Störelemente an der Zechsteinbasis entdeckt wurden. Das nördliche Element liegt etwa im Bereich unterhalb der Schachanlage Asse II und zeigt eine nordfallende Abschiebung im Sockel mit einigen Zehnermetern Seigerverwurf. Das südliche Störelement, im Bereich der Tiefbohrung Remlingen 6, ist weniger deutlich (GSF, 1983). Tektonische Bewegungen an den subsalinaren Schollengrenzen unter der Asse sowie dem Elm haben vor allem zur Zeit der jungkimmerischen (Übergang Jura / Kreide) und subherzynen (Ende Kreide) Gebirgsbildungsphasen stattgefunden (KLARR et al., 1990). Jüngere Bewegungsphasen sind bisher nicht nachgewiesen.

Die Schachanlage Asse II liegt im Norden der seismogeographischen Region Harz (HZ) und so eng benachbart zu den angrenzenden seismogeographischen Regionen Südliches Niedersachsen (SX) und Altmark (AM), daß die Seismizität auch dieser Regionen in die Abschätzung der Erdbebengefährdung einbezogen werden muß. Dabei spielen die Beben, deren Ursache im Bergbau begründet liegen, eine untergeordnete Rolle, da sie an die Bergbaugebiete gebunden sind.

2.2 Festlegung des Bemessungserdbebens

Die Vorgehensweise zur Festlegung des Bemessungserdbebens, über welches dann die gesuchten Erdbeben-Parameter abgeleitet werden, erfolgt in Anlehnung an die KTA 2201.1. Danach ist das Erdbeben mit der für den Standort größten Intensität als Bemessungserdbeben anzunehmen, das unter Berücksichtigung einer größeren Umgebung des Standortes (bis etwa 200 km vom Standort) nach wissenschaftlichen Erkenntnissen auftreten kann. Die Grundlagen dazu bilden der Erdbebenkatalog für die Bundesrepublik Deutschland von LEYDECKER (2005) und die probabilistisch ermittelte Erdbebengefährdungskarte (Abbildung 2-1) von AHORNER und ROSENHAUER (1984).

In Tabelle 2-1 sind alle Beben aufgeführt (incl. bergbauinduzierter), deren Epizentralentfernung nicht größer als 50 km ist. Das Beben mit der höchsten Epizentralintensität $I_0 = VI$ MSK trat im Jahr 1409 bei Magdeburg (AM) auf und war ein tektonisches Beben mit einer Epizentralentfernung zum Standort von ca. $50 \text{ km} \pm 30 \text{ km}$ (GRÜNTAL und MEIER 1995). Die anderen tektonischen Beben waren deutlich schwächer. Die Beben bei Bad Grund (HZ) und Bad Salzdetfurth (SX) hängen mit dem dortigen Bergbau zusammen. Ihre Epizentralintensität ist so gering, daß die Erschütterungen keinen Einfluß auf den Standort hatten und vergleichbare Ereignisse aus diesen Gebieten zukünftig auch nicht haben werden.

In Tabelle 2-2 sind sämtliche Beben bis zu einer Epizentralentfernung von 200 km ab der Epizentralintensität $I_0 = VI - VII$ MSK aufgeführt. Die Intensität $I = VI - VII$ MSK besagt, daß an Gebäuden feine Risse im Verputz bzw. vereinzelt Risse im Verputz, Spalten in Wänden und Schornsteinen aufgetreten sind (Kurzform der Intensitätsskala MSK-1964, Tabelle 1-1; Teil 1). Veränderungen an der Erdoberfläche sind in den Erdbebenbeschreibungen nicht erwähnt. Treten solche Erscheinungen auf, dann liegt die Intensität I bei IX MSK. Als maximale Epizentralintensität von tektonischen Beben wurde der Grad $I_0 = VIII$ MSK für das Beben von 1346 bei Gera in der seismogeographischen Region Vogtland (VG) ermittelt.

Nahezu die Hälfte der in der Tabelle 2-2 aufgeführten Beben sind nicht tektonischen Ursprungs (siehe Spalte: Art). Bei den tektonischen Beben, die gesondert in der Tabelle 2-3 aufgeführt sind, stammen 50 % aus dem Vogtland (VG), also nicht aus einer direkt zur Region Harz (HZ) benachbarten seismogeographischen Region. Die dazugehörigen Epizentralentfernungen sind relativ groß (über 150 km), so daß die Erschütterungen ohne Einfluß auf den Standort sind. Fünf der tektonischen Beben mit Epizentralintensitäten oberhalb des Grades $I_0 = VI - VII$ MSK stammen aus der Region Zental-Sachsen (CS) und haben Epizentralentfernungen von über 100 km.

Die KTA 2201.1 schreibt vor, daß Epizentren oder Bereiche höchster Intensität dieser Erdbeben an die zum Standort nächstgelegenen Punkte auf den Grenzen der tektonischen Einheiten anzunehmen sind. Die minimalen Epizentralentfernungen zu den Grenzen der seismotektonischen Regionen und die maximal aufgetretenen Intensitäten I **tektonischer** Erdbeben betragen nach Abbildung 1-5 (Teil 1) und Tabelle 2-3:

Hessische Senke	(HS)	65 km	I = VI – VII MSK
Zentral-Sachsen	(CS)	90 km	I = VII – VIII MSK
Vogtland	(VG)	150 km	I = VIII MSK

Nach Abbildung 1-6 (Teil 1) betragen die Intensitätsabnahmen und die daraus resultierenden Standortintensitäten I_R :

Hessische Senke	(HS)	2,5 Grad	$I_R = IV$ MSK
Zentral-Sachsen	(CS)	3 Grad	$I_R = IV - V$ MSK
Vogtland	(VG)	3,5 Grad	$I_R = IV - V$ MSK

Daraus folgt, daß für den Standort Asse nicht die Beben aus den seismogeographischen Regionen Harz (HZ), Hessische Senke (HS), Zentral-Sachsen (CS) und Vogtland (VG) **maßgebend sind**, sondern viel mehr die Beben aus der benachbarten Region Altmark (AM). Die Region Altmark liegt in unmittelbarer Nachbarschaft zum Standort und zeigt einige Beben mit Epizentralintensitäten zwischen $I_0 = III - IV$ MSK und $I_0 = VI$ MSK. Wegen der unmittelbaren Nähe des Standortes an der südwestlichen Grenze der Region Altmark ist für die Festlegung des Bemessungserdbebens ein Beben mit der Epizentralintensität $I_0 = VI$ MSK an der Grenze zu unterstellen.

Bei einem Energieabsorptionskoeffizienten $\alpha = 0.001 \text{ [km}^{-1}\text{]}$ und einer Epizentralentfernung $R < 10 \text{ km}$ (Entfernung des Standortes von der Grenze zur seismogeographischen Region Altmark), nimmt die Intensität weniger als um einen halben Grad MSK ab (Teil 1, Abbildung 1-6). Daher wird keine Abschwächung der Intensität für den Standort angesetzt.

In aller Regel wird ein Zuschlag von einer halben bis ganzen Intensitätsstufe MSK auf die bisher beobachtete Maximalintensität gegeben und damit dem eingeschränkten historischen Beobachtungszeitraum von etwa 1000 Jahren Rechnung getragen. Wegen der niedrigen Seismizität der Region wird es als ausreichend erachtet, hier die bisher aufgetretenen Maximalintensität um eine halbe Stufe zu erhöhen. Damit wird auch aus Gründen der Konservativität für das Bemessungserdbeben der Grad $I_0 = VI + \frac{1}{2}$ (MSK) für den Standort Asse unterstellt. Die Erweiterung $\frac{1}{2}$ soll

kennzeichnen, daß es sich um eine abgeleitete Größe und nicht um einen beobachteten Intensitätsgrad $I_0 = VI - VII$ MSK handelt.

Die probabilistische Karte der Erdbebengefährdung der Bundesrepublik Deutschland und ihrer Nachbargebiete (Abbildung 2-1, AHORNER und ROSENHAUER, 1984) zeigt für den Raum, in dem der Standort Asse liegt, die regionale Erdbebenintensität $I < VI$ MSK welche im Zeitraum von 100 Jahren mit 99 % Wahrscheinlichkeit nicht überschritten wird (d.h. eine Überschreitenswahrscheinlichkeit $P_{\bar{u}}$ von $1 \cdot 10^{-4} \cdot a^{-1}$). Die Daten, die der Berechnung der regionalen Erdbebenintensität zu Grunde lagen sind jedoch, gerade was den Norddeutschen Raum angeht, nicht mehr in vollem Umfang gültig.

Wie im Teil 1 erwähnt wurde, sind eine Reihe von historischen Erdbeben neu lokalisiert und bewertet worden und haben in der Regel auch eine geringere Epizentralintensität erhalten. Der Verlauf der Isolinien für $I = 5.75$ MSK und für $I = 5.5$ MSK in Abbildung 2-1 nach Norden in das Gebiet Prignitz sind u.a. noch vom Beben bei Wittstock (1410, $I_0 = VII$ MSK) geprägt, das nicht dort, sondern 1409 bei Magdeburg stattfand (GRÜNTAL und MEIER, 1995). Es ist aus dieser Karte nur soviel zu entnehmen, daß die Überschreitenswahrscheinlichkeit $P_{\bar{u}}$ der Intensität I_R am Standort Asse ($I_R = VI \frac{1}{2}$ MSK) deutlich geringer ist als $P_{\bar{u}} = 1 \cdot 10^{-4} \cdot a^{-1}$.

Die folgend durchgeführte Abschätzung für die Überschreitenswahrscheinlichkeit der Intensität $I_R = VI \frac{1}{2}$ MSK am Standort Asse ist in hohem Maße als konservativ anzusehen. Von HOSSER und WÖRNER (1982) wird die jährliche Überschreitenswahrscheinlichkeit für den Standort Kalkar (siehe Abbildung 2-1; nordwestlich von Duisburg) aufgeführt, der in einem Gebiet mit deutlich höherer Seismizität liegt, als der Standort Asse. Die Autoren ermitteln für die Intensität $I = VI$ MSK eine jährliche Überschreitenswahrscheinlichkeit von $P_{\bar{u}} = 1.1 \cdot 10^{-4} \cdot a^{-1}$ (Punkt A in Abbildung 2-2). Der Standort Asse liegt nach Abbildung 2-1 für die jährliche Überschreitenswahrscheinlichkeit von $P_{\bar{u}} = 1 \cdot 10^{-4} \cdot a^{-1}$ zwischen den Isolinien $I = 5.75$ MSK und $I = 6$ MSK, etwa bei der durch Interpolation gewonnenen Intensität $I = 5.9$ MSK (Punkt B in Abbildung 2-2). Verschiebt man die Kurve von HOSSER und WÖRNER durch diesen Punkt, dann ergibt sich für die Intensität $I = VI - VII$ MSK eine jährliche Überschreitenswahrscheinlichkeit von etwas über $P_{\bar{u}} = 1 \cdot 10^{-5} \cdot a^{-1}$ (Punkt C in Abbildung 2-2).

Da der Standort Asse in einem Gebiet mit geringerer Seismizität als der Standort Kalkar liegt, wird für das Bemessungserdbeben mit der Intensität $I = VI - VII$ MSK die jährliche Überschreitenswahrscheinlichkeit $P_{\bar{u}} = 1 \cdot 10^{-5} \cdot a^{-1}$ angenommen.

2.3 Ableitung von Maximalbeschleunigungen, statistischen Freifeld-Beschleunigungsantwortspektren und Dauer der Starkbebenphase

Die Abschätzung der maximalen Horizontalbeschleunigung einer Komponente aus der Intensität I [MM] erfolgt nach der Gleichung von MURPHY und O'BRIEN (1977). Die Ergebnisse ihrer statistischen Untersuchungen beruhen auf einer großen Anzahl Daten (insgesamt ca. 900) amerikanischer, japanischer und sehr weniger südeuropäischer Erdbeben. Die Autoren weisen darauf hin, dass die horizontalen Spitzenbeschleunigungen der südeuropäischen Beben bei fixen Intensitätswerten, lokalen Magnituden und Epizentralentfernen nahezu um den Faktor 2 höher liegen als bei den Beben der beiden anderen Gebiete. Die Werte gelten im Freifeld.

$$\log a_h = 0.25 + 0.25 \cdot I \text{ [MM]}$$

mit \log = dekadischer Logarithmus
 a_h = Horizontalbeschleunigung im Freifeld in $[\text{cm} \cdot \text{s}^{-2}]$
 I = Intensität MM (Modified Mercalli Intensity)

Nach MURPHY und O'BRIEN (1977) sind die Intensitätsskalen MM und MSK oberhalb des Grades III nahezu identisch, so daß man mit $I_R = VI \frac{1}{2}$ MSK für die Horizontalbeschleunigung a_h einer Komponenten

$$a_h = 75.0 [\text{cm} \cdot \text{s}^{-2}]$$

erhält.

Nach KTA 2201.1 ist als $a_h(\text{max})$ die Resultierende beider Horizontalbeschleunigungen anzunehmen. Als konservativer Wert für $a_h(\text{max})$ kann das 1.3-fache von a_h als Resultierende angenommen werden. Nach Auswertungen von LEYDECKER und KOPERA (pers. Mitteilung, 2003) beträgt der Faktor 1.26; konservativ wird deshalb der Faktor zu 1.3 angenommen. Als Vertikalbeschleunigung sind 50 % von $a_h(\text{max})$ anzusetzen.

Somit errechnen sich für die horizontale und vertikale Maximalbeschleunigung:

$$a_h(\text{max}) = 97.5 [\text{cm} \cdot \text{s}^{-2}] \quad \text{gerundet: } 100 [\text{cm} \cdot \text{s}^{-2}]$$

$$a_v(\text{max}) = 49 [\text{cm} \cdot \text{s}^{-2}] \quad \text{gerundet: } 50 [\text{cm} \cdot \text{s}^{-2}]$$

Diese Werte sind Ableitungen für die freie Geländeoberfläche. Von Murphy und O'Brien wird darauf hingewiesen, daß ihre statistische Untersuchung auf amerikanischen, japanischen und südeuropäischen Daten beruht. Die südeuropäischen Daten sind deutlich höher als die übrigen.

Die Ableitung der Freifeld - Beschleunigungsantwortspektren und der Starkbebendauer erfolgt nach der Methode, wie sie im IfBt-Abschlußbericht (1986) vorgeschlagen und von HOSSER (1987) beispielgebend gezeigt wurde. Die statistischen Freifeldspektren beruhen auf einer großen Anzahl von Beschleunigungszeitverläufen.

Die Klassifizierung des Standortes erfolgt durch Angabe der makroseismischen Kenngröße und der Untergrundverhältnisse. Beträgt die Standortintensität $I_R = VI \frac{1}{2}$ MSK, so ist der Standort in die Intensitätsklasse 1 einzustufen (HOSSER, 1987).

Die Klassifizierung der Untergrundverhältnisse für den Standort Asse ist schwieriger (Tabelle 2-4). Die Schächte Asse 2 und Asse 4 verbinden die freie Erdoberfläche mit dem Grubengebäude. Sie durchörtern daher Materialien mit unterschiedlichen Untergrundklassen. Ein Schichtenverzeichnis mit Angaben der Kompressions- und Scherwellengeschwindigkeiten, Dichten und Poisson-Zahlen existiert nicht. Somit wird für den oberen Untergrundbereich, in dem kein Fels anzutreffen ist, die Untergrundklasse M eingesetzt. Die untertägigen Grubenbaue liegen im Steinsalz und sind, wie das Deckgebirge, nach Tabelle 2-4 in die Klasse R einzuordnen. Die Dichte des Steinsalzes ($2.17 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$) ist jedoch niedriger als der Tabellenwert ($2.4 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$).

Die Einordnung nach Intensitätsklasse und Untergrundklassen sehen für den Standort wie folgt aus:

	über Tage	unter Tage
Intensitätsklassen	1	1
Untergrundklassen	M	R

Für die Starkbebendauer ergeben sich danach (HOSSER, 1987) folgende Werte:

	über Tage	unter Tage
Dauer stat. Kennwert [s]	2.6 ± 1.0	1.1 ± 0.8
Dauer (gerundet) [s]	3.0	1.5

Hosser definiert die Starkbebendauer als das Zeitintervall, in dem zwischen 5 % und 75 % der Bewegungsenergie auf das Bauwerk eingewirkt haben.

Die Einordnung nach Intensitätsklassen und Untergrundklassen ist für die Auswahl des Beschleunigungs-Antwortspektrums maßgebend. Aus dem IfBt-Abschlußbericht (1986) erhält man die Eckpunkte für die idealisierten Kurvenverläufe der Beschleunigungs-Antwortspektren für die betreffende Intensitätsklasse und die beiden Untergrundklassen (Tabelle 2-5 und Abbildung 2-3).

Wie bei der Abschätzung der maximalen Horizontalbeschleunigung nach MURPHY und O'BRIEN (1977) kann auch bei den standortspezifischen Antwortspektren nach IfBt-Abschlußbericht (1986) die resultierende maximale Horizontalbeschleunigung durch Multiplikation der Eckwerte mit dem Faktor 1.3 konservativ ermittelt werden. Die resultierenden Horizontalbeschleunigungen sind in der Tabelle 2-5 enthalten.

In verschiedenen Veröffentlichungen werden Angaben zu Abschwächung seismischer Parameter in unterirdischen Anlagen gemacht (z.B. PRATT et al., 1978). Eigene Untersuchungen von Steinbruchsprengungen und einigen Beben des Vogtländischen Bebenschwarms vom Dezember 1985 am Standort Asse haben dies im großen und ganzen bestätigt, jedoch stellenweise auch leichte Überhöhungen in der Übertragungsfunktion gezeigt (GOMMLICH und HENTE, 1987). Daher werden für die Beschleunigungen unter Tage keine Abminderungsfaktoren zugelassen.

Im Frequenzbereich oberhalb 25 Hz betragen die resultierenden standortspezifischen Horizontalbeschleunigungen über Tage $104 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-2}$. Da der Resultierenden-Faktor mit 1.3 schon als sehr konservativ anzusehen ist (pers. Mitteilung von LEYDECKER und KOPERA, 2003), kann der abgeschätzte Wert auf $100 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-2}$ gerundet werden. Dieser Wert deckt sich gut mit dem a_h (max) nach MURPHY und O'BRIEN (1977). Die standortspezifischen resultierenden Horizontalbeschleunigungen für den untertägigen Bereich betragen $91 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-2}$, gerundet $90 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-2}$. Dieser Wert braucht nach den Anweisungen in der KTA 2201.1 nicht wie das normierte Antwortspektrum auf $100 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-2}$ angehoben zu werden.

2.4 Parameter für das Bemessungserdbeben

Mit folgenden abgeleiteten Parametern ist das Bemessungserdbeben zu charakterisieren:

Intensität I_R :	VI½ MSK
jährliche Überschreitenswahrscheinlichkeit $P_{\bar{u}}$:	$1 \cdot 10^{-5} \cdot \text{a}^{-1}$

über Tage:	resultierende Horizontalbeschleunigung:	$104 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-2}$ gerundet $100 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-2}$
	Vertikalbeschleunigung:	$57 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-2}$
	Dauer der Starkbebenphase:	3.0 s
unter Tage:	resultierende Horizontalbeschleunigung:	$91 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-2}$ gerundet $90 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-2}$
	Vertikalbeschleunigung:	$45 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-2}$
	Dauer der Starkbebenphase:	1.5 s

Die hier abgeleiteten Größen sind in hohem Maße konservativ und decken das seismische Risiko für den Standort Asse ab. Zudem weisen sie gute Übereinstimmung mit denen des Standortes Konrad auf, der ca. 20 km westlich des Standortes Asse liegt (LEYDECKER et al., 1999).

2.5 Zusammenfassung

Der Standort Asse liegt dicht an der Nordgrenze der seismogeographischen Region Harz (HZ), in der Erdbeben in der Vergangenheit sehr selten und von geringer Magnitude und Intensität aufgetreten sind. Es wird für den zukünftigen Zeitraum ein Bemessungserdbeben festgelegt, und die für Sicherheitsfragen notwendigen Erdbebenparameter werden bestimmt.

Tektonische Elemente in der unmittelbaren Nachbarschaft zum Standort und direkt in der Basis des Zechsteins unterhalb des Salzstockes waren während der jungkimmerischen und subherzynen Gebirgsbildungsphasen aktiv und haben nach geologischen Kenntnissen ihre Bewegungsphasen abgeschlossen.

Nach den bisherigen Kenntnissen trat ein starkes Beben mit der Epizentralintensität $I_0 = VI$ MSK in der unmittelbar an den Standort angrenzenden seismogeographischen Region Altmark (AM) auf (1409, nahe Magdeburg, $I_0 = VI$ MSK). Ein Beben der Epizentralintensität $I_0 = VI+1/2$ MSK wird als Bemessungserdbeben in den Standort Asse gelegt, und für dieses werden die Erdbebenparameter abgeleitet.

Die Überschreitenswahrscheinlichkeit $P_{\ddot{u}}$ einer Standortintensität von $I_R = VI+1/2$ MSK wird mittels der probabilistischen Karte von AHORNER und ROSENHAUER (1984) und einem nahezu vergleichbaren Standort (HOSSER und WÖRNER, 1982) auf $P_{\ddot{u}} = 1 \cdot 10^{-5} \cdot a^{-1}$ abgeschätzt.

2.6 Literatur

- AHORNER, L., ROSENHAUER, W. (1984): Probabilistische Karte der Erdbebengefährdung der Bundesrepublik Deutschland und ihrer Nachbargebiete. Abschnitt 9 in: Hosser, D. und Klein, H. (Editors): Realistische seismische Lastannahmen für bauliche Anlagen mit erhöhtem Sekundärrisiko. Abschlußbericht eines Forschungsvorhabens im Auftrag des Inst. f. Bautechnik, 1983, Berlin.
- GOMMLICH, G., HENTE, B., (1987): Vergleich seismischer Amplituden in 750 m Teufe und an der Oberfläche. Vortrag 47. Jahrestagung der Deutsch. Geophys. Gesellschaft e.V. Clausthal-Zellerfeld.
- GRÜNTHAL, G., MEIER, R. (1995): Das „Prignitz“ - Erdbeben von 1409. Brandenburgische Geowiss. Beitr., 2, 2, 5 – 27, Kleinmachnow.
- GSF, (1983): Abschlußbericht über Reflexionsseismische Messungen Asse.
- HOSSER, D. (1987): Realistische seismische Lastannahmen für Bauwerke. Bauingenieur 62, 567 – 574, Springer Verlag.
- HOSSER, D., WÖRNER, K., (1982): Zum Erdbebenrisiko des Schnellbrüter-Prototyps SNR-300. Atomwirtschaft, Oktober 1982, 529 – 533 .
- IfBt-Abschlußbericht (1986): Realistische seismische Lastannahmen für Bauwerke. König und Heunisch, Beratende Ingenieure, Frankfurt a. Main / Erdbebenstation Bensberg der Universität Köln / Institut für Geophysik der Universität Stuttgart. Im Auftrag d. Instituts f. Bautechnik, Berlin, 334pp. (Aktenzeichen IV/1-5-442/85, 443/85, 441/85); Berlin.
- KLARR, K., KOLDITZ, H., KULL, H., SCHMIDT, M. W., SCHWEINSBERG, A., STEINBERG, S., STARKE, C., WALLMÜLLER, R. (1990): Erstellung von Tiefbohrungen auf der Südflanke der Asse. Abschlußbericht. GSF-Bericht 36/90, TL 40/90, GSF – Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, GmbH, Neuherberg.
- KLARR, K., RICHTER-BERNBURG, G., ROTHFUCHS, T. (1987): Schachanlage Asse der Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH, München.- Der Zechstein in der Asse südöstlich Braunschweig und geowissenschaftliche Versuche zur Endlagerung hochradioaktiver Abfälle. Int. Symp. Zechstein 87, 101 – 122, Wiesbaden.
- KOCKEL, F. (1991): Die Strukturen im Untergrund des Braunschweiger Landes. Geol.Jb. A 127, 391 – 404, Hannover.
- KTA 2201.1 (6/90): Sicherheitstechnische Regel des Kerntechnischen Ausschusses (KTA), Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen, Teil:1 Fassung 6/90. Carl Heymanns Verlag KG, Berlin.
- LEYDECKER, G.(1999): Earthquake Catalogue for the Federal Republic of Germany and Adjacent Areas for the Years 800 –1994 (for Damaging Earthquakes till 1998). Datafile. Federal Institute for Geosciences and Natural Recourses, Hannover.

- LEYDECKER, G. (2005): Earthquake Catalogue for the Federal Republic of Germany and Adjacent Areas for the Years 800 - 2004, -- Datafile: <http://www.bgr.de/quakecat>. - Federal Institute for Geosciences and Natural Resources, Stilleweg 2, D-30655 Hannover, Germany.
- LEYDECKER, G., KOPERA, J.R., RUDLOFF, A. (1999): Abschätzung der Erdbebengefährdung in Gebieten geringer Seismizität am Beispiel eines Standortes in Norddeutschland. In: SAVIDIS, S.A. (Herausgeber) (1999): Entwicklung in Forschung und Praxis auf den Gebieten des Erdbebeningenieurwesens, der Boden- und Bau-dynamik. DGEB-Publikation Nr. 10, 379 S.
- MURPHY, J.R., O'BRIEN, L. J. (1977): The Correlation of Peak Ground Acceleration Amplitude with Seismik Intensity and Other Physical Parameters. Bull. Seis. Soc. Am., Vol. 67, Nr. 3, 877 – 915.
- PRATT, H.R., HUSTRULID, W.A., STEPHENSON, D.E. (1978): Earthquake Damage To Under-ground Facilities. DP-1513 Du Pont, Savannah River Laboratory, Aiken, South Carolina.
- SPONHEUER, W. (1965): Bericht über die Weiterentwicklung der seismischen Skala. – Veröff. Inst. f. Geodyn., Heft 8; S. 1 – 21. Jena.

2.7 Verzeichnis der Abbildungen:

- Abbildung 2-1 Probabilistische Karte der Erdbeben-Gefährdung der Bundesrepublik Deutschland und ihrer Nachbargebiete (AHORNER und ROSENHAUER, 1984)
- Abbildung 2-2 Überschreitenswahrscheinlichkeit der Intensität I am Standort Kalkar mit Übertragung der Überschreitenswahrscheinlichkeit am Standort Asse (nach HOSSER und WÖRNER, 1982)
- Abbildung 2-3 Beschleunigungs–Antwortspektren der resultierenden Horizontalbeschleunigungen für den Standort Asse (5 % Dämpfung) (nach HOSSER, 1987)

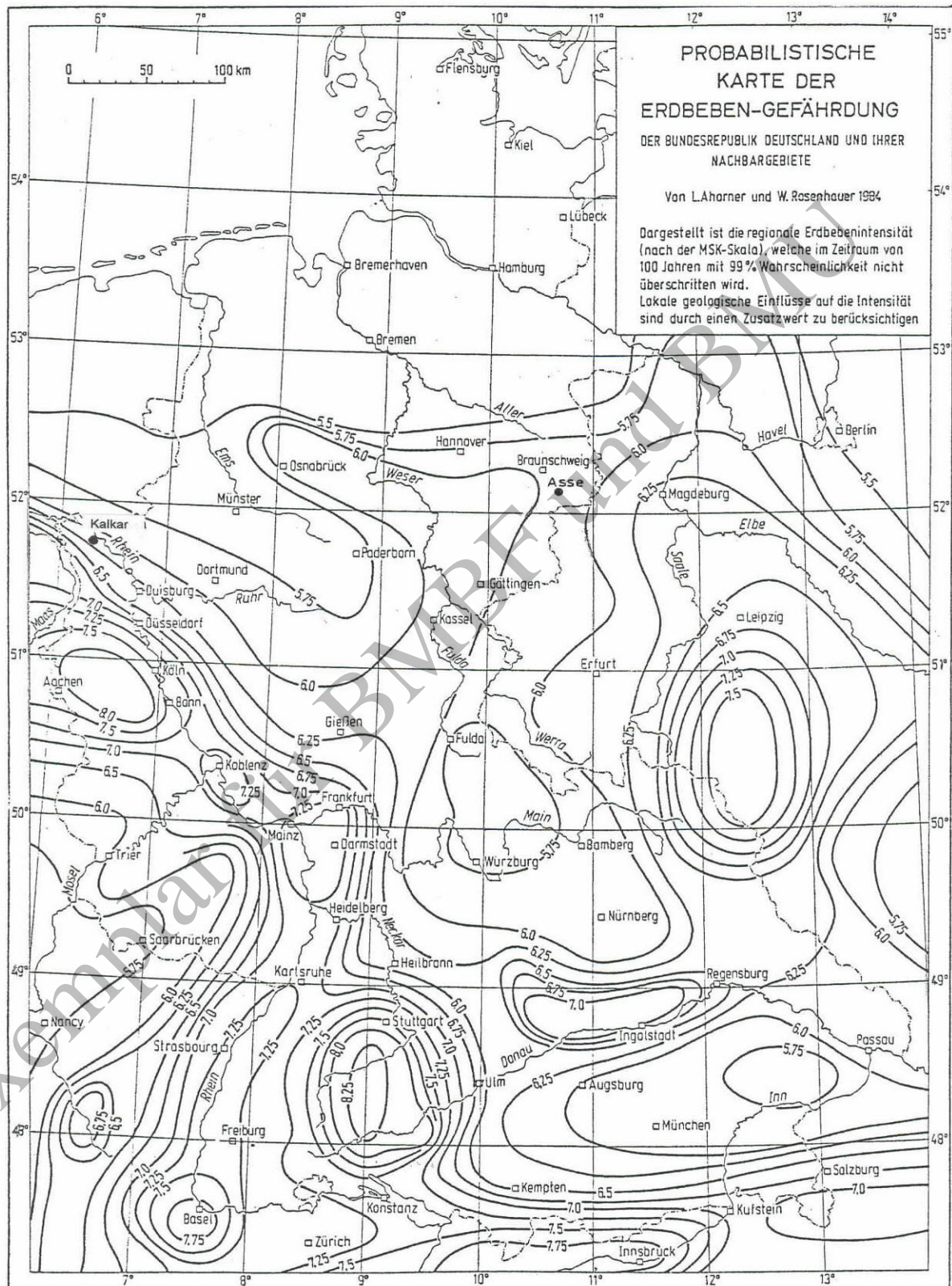
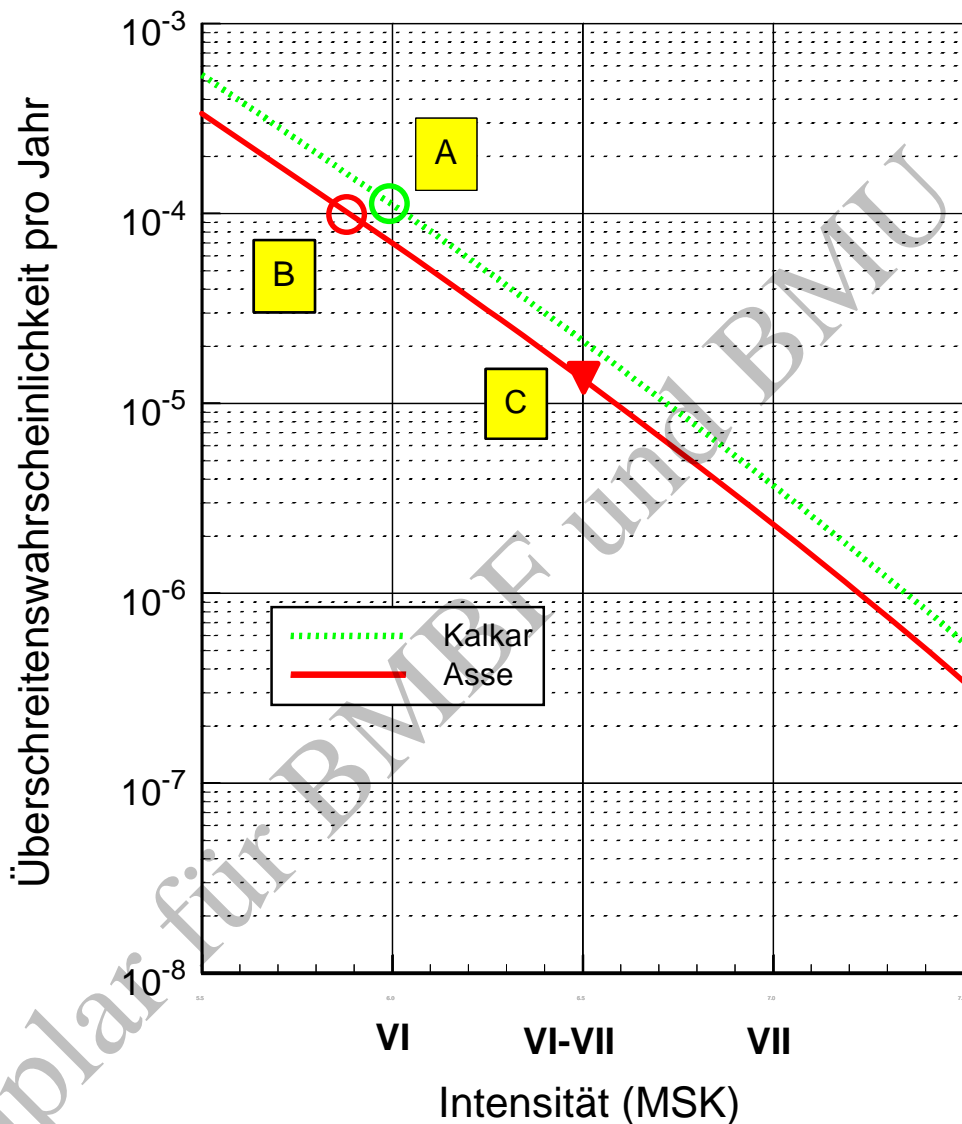


Abbildung 2-1 Probabilistische Karte der Erdbeben-Gefährdung der Bundesrepublik Deutschland und ihrer Nachbargelände (AHORNER und ROSENHAUER, 1984)



A Überschreitenswahrscheinlichkeit für die Intensität $I = VI$ (MSK) Kalkar: $P_{\dot{u}} = 1,1 \cdot 10^{-4} \cdot a^{-1}$

B Überschreitenswahrscheinlichkeit für die Intensität $V-VI < I < VI$ (MSK) Asse: $P_{\dot{u}} = 1,0 \cdot 10^{-4} \cdot a^{-1}$

C Überschreitenswahrscheinlichkeit für die Intensität $I = VI-VII$ (MSK) Asse: $P_{\dot{u}} \sim 1 \cdot 10^{-5} \cdot a^{-1}$

Abbildung 2-2

Überschreitenswahrscheinlichkeit der Intensität I am Standort Kalkar mit Übertragung der Überschreitenswahrscheinlichkeit am Standort Asse (nach HOSSER und WÖRNER, 1982)

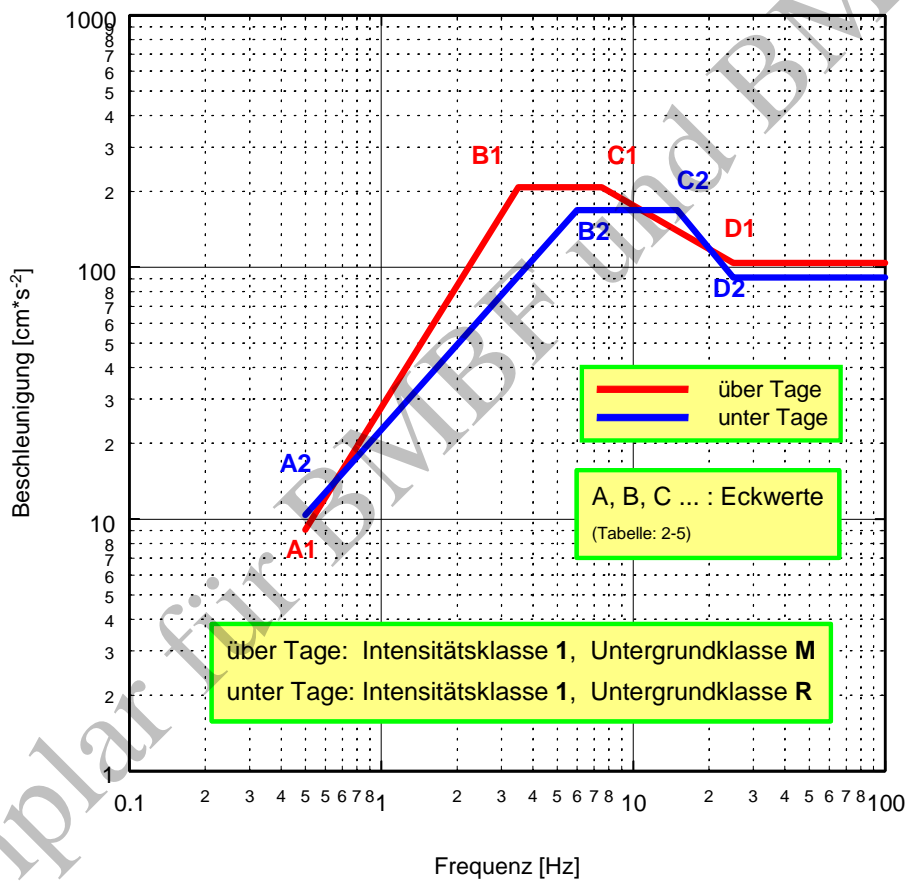


Abbildung 2-3

Beschleunigungs–Antwortspektren der resultierenden Horizontalbeschleunigungen für den Standort Asse (5 % Dämpfung) (nach HOSSER, 1987)

2.8 Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 2-1	Liste aller Erdbeben bis 50 km Epizentralentfernung zum Standort Asse
Tabelle 2-2	Liste der Erdbeben bis 200 km Epizentralentfernung zum Standort Asse ab einer Epizentralintensität $I_0 = VI - VII$ (MSK)
Tabelle 2-3	Liste der tektonischen Erdbeben bis 200 km Epizentralentfernung zum Standort Asse ab einer Epizentralintensität $I_0 = VI - VII$ (MSK)
Tabelle 2-4	Rechenwerte für die Untergrundklassen (nach HOSSER, 1987)
Tabelle 2-5	Eckwerte der Beschleunigungs-Antwortspektren der Horizontalkomponente a_h für den Standort Asse (5 % Dämpfung) (nach HOSSER, 1987)

Exemplar für BMBF und BMU

Tabelle 2-1 Liste aller Erdbeben bis 50 km Epizentralentfernung zum den Standort Asse

Auszug aus dem Erdbebenkatalog für die Bundesrepublik Deutschland mit Randgebieten ab dem Jahr 800. LEYDECKER (2005)

Abkürzungen siehe Tabelle 1-3, Referenzen siehe Tabelle 1-4

Datum			Herdzeit	Koordinaten				Tiefe		Region		Stärke			Art	Ref	Dist	Lokation
Jahr	Mon	Tag	hh:mm:ss	Breite	Länge	QE	h	Q	SR	PR	MI	Int	RS			km		
1409	8	23	22	52	6.0	11	24.0	4										Magdeburg
1908	11	6	00:26	51	47.4	11	8.4	2										Quedlinburg
1912	9	11	19:45	51	52.2	10	16.2	2	1	G	HZ	ND		3.5	B	SP2	40	Bad Grund/Harz
1980	8	10	21:54:28	52	4.0	10	2.0		1	G	SX	ND	1.6	3	B	IFT	45	Bad Salzdetfurt
1994	12	6	14:05:43	52	6.0	11	15.0		0		AM	AH	2.0			BGR	40	Oschersleben SW Magdeburg

Tabelle 2-2 Liste aller Erdbeben bis 200 km Epizentralentfernung zum Standort Asse ab einer Epizentralintensität $I_0 = VI - VII$ (MSK)

Auszug aus dem Erdbebenkatalog für die Bundesrepublik Deutschland mit Randgebieten ab dem Jahr 800. LEYDECKER (2005)

Abkürzungen siehe Tabelle 1-3, Referenzen siehe Tabelle 1-4

Datum			Herdzeit	Koordinaten				Tiefe		Region		Stärke			Art	Ref	Dist	Lokation
Jahr	Mon	Tag	hh:mm:ss	Breite	Länge	QE	h	Q	SR	PR	MI	Int	RS			km		
823				51	6.0	12	48.0	5										N-Sachsen
827				51	6.0	12	48.0	5										N-Sachsen
1323				51	10.8	12	33.6	4										Grimma
1326				50	48.0	12	12.0	4										Gera
1346				50	48.0	12	12.0	5										Gera
1366	5	24		50	48.0	12	12.0	5										Gera
1540	6	26	19	51	6.0	12	54.0	4										N-Sachsen
1578	4	27	11	50	52.8	12	13.8	4										Gera
1598	12	16	07	50	52.2	12	10.8	4										Gera
1711	10	25	19:15	51	10.8	12	33.6	4										Leipzig
1767	4	13	00:30	51	0.0	9	42.0	3										Rotenburg, Fulda
1872	3	6	15:55	50	51.6	12	16.8	2	9	4	VG	TH		7.5	290			Posterstein
1940	5	24	19:08:58	51	28.8	11	47.5	1	1	4	CS	AH	4.3	7.5	25	2		Krügerhall Teutschenthal
1943	3	5	23	51	45.0	11	31.2	1	1	4	HZ	AH	4.0	6.5		2		Schierstedt, Aschersleben
1953	2	22	20:16:21	50	55.0	10	0.0	1	1	4	WR	HS	5.0	8	35	2		Heringen
1958	7	8	5:02:24	50	50.0	10	7.0	1	1	4	WR	TH	4.8	7.5	19	2		Merkers
1971	4	4	5:00:53	51	45.0	11	31.2	1	1		HZ	AH	4.6	6.5		2	G71	Schierstedt, Aschersleben
1975	6	23	13:17:36	50	48.0	10	0.0	1	1	1	WR	TH	5.2	8	75	2	LY1	Sünna, Werratal
1989	3	13	13:02:17	50	48.0	10	3.0		1		WR	TH	5.6	8.5	140	2	LGA	Völkershäuser Kalibergbau
1996	9	11	3:36:36	51	26.9	11	50.7	1	1	1	CS	AH	4.9	6.5		2	TKL	Teutschenthal

Tabelle 2-3 Liste der tektonischen Erdbeben bis 200 km Epizentralentfernung zum Standort Asse ab einer Epizentralintensität $I_0 = VI - VII$ (MSK)

Auszug aus dem Erdbebenkatalog für die Bundesrepublik Deutschland mit Randgebieten ab dem Jahr 800. LEYDECKER (2005)

Abkürzungen siehe Tabelle 1-3, Referenzen siehe Tabelle 1-4

Datum			Herdzeit	Koordinaten					Tiefe		Region		Stärke			Art	Ref	Dist	Lokation
Jahr	Mon	Tag	hh:mm:ss	Breite	Länge	QE	h	Q	SR	PR	MI	Int	RS			km			
823				51	6.0	12	48.0	5			CS	SA	7			GRU	189	N-Sachsen	
827				51	6.0	12	48.0	5			CS	SA	7.5			GRU	189	N-Sachsen	
1323				51	10.8	12	33.6	4			CS	SA	6.5			GRU	170	Grimma	
1326				50	48.0	12	12.0	4			VG	TH	6.5			GRU	184	Gera	
1346				50	48.0	12	12.0	5			VG	TH	8			GRU	184	Gera	
1366	5	24		50	48.0	12	12.0	5			VG	TH	7.5			GRU	184	Gera	
1540	6	26	19	51	6.0	12	54.0	4			CS	SA	6.5			GRU	194	N-Sachsen	
1578	4	27	11	50	52.8	12	13.8	4			VG	TH	6.5			GRU	178	Gera	
1598	12	16	07	50	52.2	12	10.8	4			VG	TH	6.5			GRU	177	Gera	
1711	10	25	19:15	51	10.8	12	33.6	4			CS	SA	6.5	60		GRU	170	Leipzig	
1767	4	13	00:30	51	0.0	9	42.0	3			HS	HS	6.5	70		S40	143	Rotenburg, Fulda	
1872	3	6	15:55	50	51.6	12	16.8	2	9	4	VG	TH	7.5	290		GRU	182	Posterstein	

Tabelle 2-4 Rechenwerte für die Untergrundklassen (nach HOSSER, 1987)

Klasse		A Holozän, Lockersedimente und Böden niedriger Impedanz, mindestens 5 m mächtig	M mittelsteif, halbverfestigte Sedimente, weder (A) noch (R)	R Fels, gut verfestigtes, wenigporöses Gestein
v_p [$m \cdot s^{-1}$]	Kompressionswellengeschwindigkeit	<1000	1000 - 3000	3000 - 4500
v_s [$m \cdot s^{-1}$]	Scherwellengeschwindigkeit	<400	400 - 1100	1100 - 2800
ρ [$g \cdot cm^{-3}$]	Dichte	1.8	2.1	2.4
ν [--]	Poisson - Zahl	0.4 – 0.5	0.3 – 0.4	0.2 – 0.3

Tabelle 2-5 Eckwerte der Beschleunigungs-Antwortspektren der resultierenden Horizontalkomponente a_h für den Standort Asse (5 % Dämpfung)

Frequenz [Hz]	0.5	3.5	6.0	7.5	15	25
	Beschleunigung a_h [$cm \cdot s^{-2}$]					
Eckpunkt	$A_{1,2}$	B_1	B_2	C_1	C_2	$D_{1,2}$
Komponente über Tage	7	160		160		80
Resultierende über Tage	9.1	208.0		208.0		104.0
Komponente unter Tage	8		130		130	70
Resultierende unter Tage	10.4		169.0		169.0	91.0