

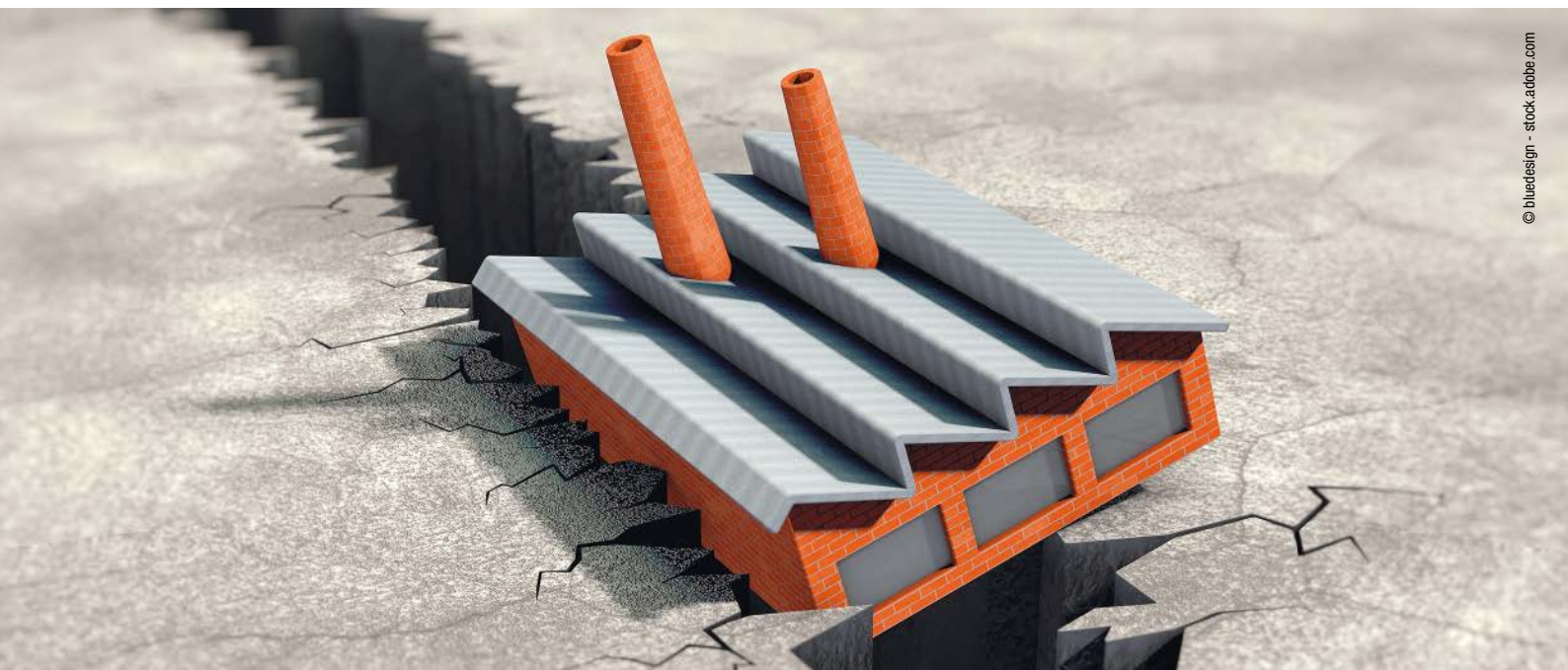
Erdbebensichere Chemieanlagen

Neueinschätzung von Gefahren und deren Auswirkung auf die Bemessung



Dr.-Ing. Stefan Wirth,
TÜV SÜD Chemie Service

Deutschland ist im Vergleich mit anderen Ländern seltener und weniger stark von Erdbeben betroffen. Aber auch Schwachbebengebiete sind nicht vor Schäden sicher, so dass auch hierzulande der Lastfall Erdbeben an bestimmten Chemiestandorten relevant ist. Durch die Einführung des neuen Erdbeben Eurocodes DIN EN 1998-1/NA müssen die Gefahren in den Anlagen und deren Auswirkungen auf die Tragstrukturen, Einbauten und Versorgungsbauwerke neu bewertet werden.



© bluecdesign - stock.adobe.com

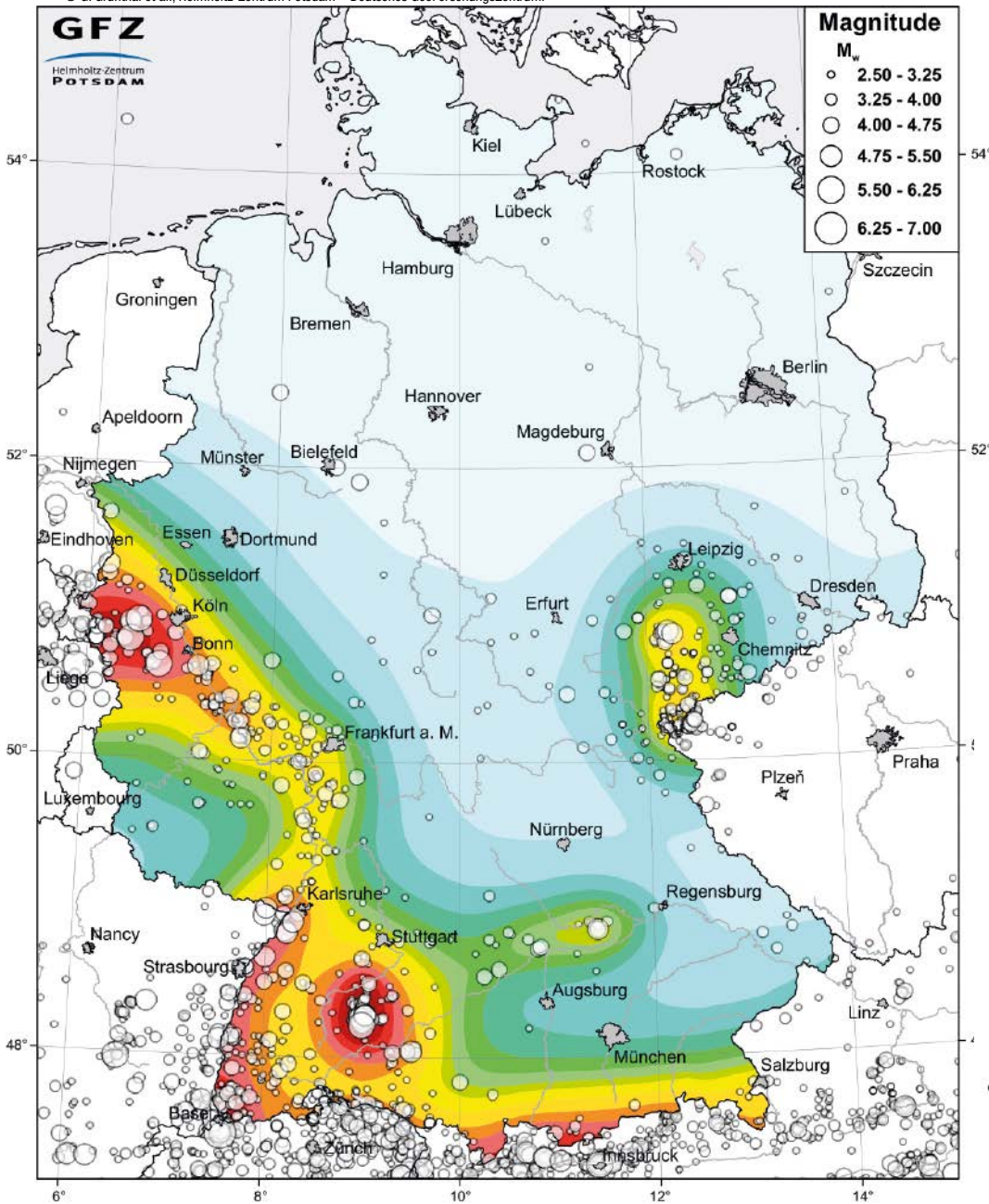
Schadensberichte nach Erdbeben kennt man vor allem aus Südeuropa und Übersee. Zwar sind die Erdbebenwirkungen und ihre Häufigkeit in Deutschland deutlich geringer als bspw. in Ländern wie Italien, Griechenland oder der Türkei, doch sind sie mancherorts auch im Anlagenbau nicht zu vernachlässigen. Bisher galt der Lastfall Erdbeben als relevant, wenn der Standort der Anlage in einer Erdbebenzone nach DIN 4149 lag. Während auf Basis dieser Norm zahlreiche Regionen in Deutschland keiner Erdbebenzone zugeordnet waren, führt der neue Erdbeben Eurocode DIN EN 1998-1/NA eine zonenfreie Darstellung mit fließenden Übergängen zwischen verschiedenen Intensitätsbereichen ein. Damit kommt es zu Verschiebungen der Grenzverläufe der Erdbebenzonen sowie teils zu einer deutlichen Erhöhung der für den Erdbebenfall anzusetzenden horizontalen Beschleunigungen und den daraus resultierenden Ersatzlasten.

Örtlich stark veränderte Erdbebenlasten

Das Herzstück einer jeden Erdbebennorm bildet die örtliche Definition der Erdbebengefährdung. In der DIN 4149 basiert die Einschätzung der Gefahren auf Untersuchungen aus den 1990er Jahren. Angestoßen durch neue Erkenntnisse auf europäischer Ebene wurden die Erdbebengefährdungen neu evaluiert und im nationalen Anhang NA:2021 des neuen Erdbeben Eurocodes normativ verankert. Während in der DIN 4149 Deutschland in vier Erdbebenzonen aufgeteilt war, wird nun die Erdbebengefahr an Knotenpunkten eines gleichmäßigen Rasternetzes der geographischen Koordinaten von $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ definiert. Die Knotenpunkte haben dabei einen Abstand von etwa sieben Kilometern in West-Ost- und elf Kilometern in Nord-Süd-Ausrichtung. Zwischenpunkte können linear interpoliert werden. Statt abrupter Zonengrenzen ergeben sich somit fließende Übergänge.

Wo zuvor eine Auslegung für Erdbeben unterbleiben konnte, kann nun eine Berücksichtigung des Lastfalls Erdbeben erforderlich sein. Zudem resultieren aus der Neubewertung örtlich stark veränderte Erdbebenlasten, teils auch drastische Erhöhungen. Der für die Bewertung relevante Bodenparameter S zur Beschreibung des sogenannten elastischen horizontalen Antwortspektrums wird in Abhängigkeit des Untergrundverhältnisses und der Höhe der Spektralbeschleunigung neu zugeordnet. Aus den bisherigen sechs entstehen nun 18 mögliche Antwortspektren. Die höhere Anzahl der Antwortspektren bedeuten in der Praxis, dass die Untergrundverhältnisse nicht nur neu bewertet, sondern auch stärker berücksichtigt werden. Die baurechtliche Einführung des Erdbeben Eurocodes, respektive die Umsetzung in den Landesbauordnungen, wird vielerorts zu Herausforderungen bezüglich des Erdbebennachweises

© G. Grünthal et al., Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum.



Karte der Erdbebengefährdung für Deutschland: Bestandteil des Nationalen Anhangs [NA] der DIN EN 1998-1/NA.

führen. Eine fachgerechte Erdbebenauslegung wird deshalb in Deutschland weiter an Relevanz zunehmen.

Deutlich höhere Grundbeschleunigungen möglich

Auf Basis des Erdbeben Eurocodes ist die Gefährdung in manchen Chemieanlagen neu zu bewerten. Betroffen sind zum Beispiel Chemieparcs in der Niederrheinischen Bucht im Großraum Köln sowie im Bereich des Oberrheingrabens zwischen Frankfurt und Basel. Die Gefährdungsbeurteilungen erstrecken sich aber nicht nur auf Brownfield-Anlagen. Auch im Greenfield müssen die neuen verfahrenstechnischen Systeme untersucht und entsprechend ausgelegt werden. Und durch den Wegfall der starren Zoneneinteilung kann es sogar sein, dass innerhalb eines Chemieparcs weitere Anlagen und Gebäude hinzukommen, die

nun auch zu bewerten und gegebenenfalls für den Lastfall Erdbeben auszulegen sind. Dazu ein Beispiel: Chemieanlagen im Industriepark Frankfurt-Höchst südlich des Mains waren nach DIN 4149 bereits für den Erdbebenfall auszurichten. Nicht so im nördlich des Mains gelegenen Teil des Industrieparks, in dem nach DIN 4149 keine nennenswerte Grundbeschleunigung vorhanden war. Legt man aber den Erdbeben Eurocode zugrunde, kommt der Nordteil des Industrieparks aufgrund der neu berechneten Grundbeschleunigung hinzu (Tabelle). Als Folge davon sind die hier befindlichen Anlagen nun auch für den Lastfall Erdbeben auszulegen. Die ermittelten Beschleunigungen und daraus resultierenden Ersatzlasten sind an nahezu allen Standorten höher. Auch dazu ein Beispiel: In der Niederrheinischen Bucht im Chemepark Krefeld-Uerdingen ergibt sich bei der Neubewertung eine prozentuale Erhöhung der Grundbe-

schleunigung um 60 %, die sich bei zusätzlicher Berücksichtigung des neu zugeordneten Bodenparameters sogar auf 86 % erhöht.

Gefahren neu beurteilen und Maßnahmen umsetzen

Die erdbebensichere Auslegung einer Chemieanlage basiert auf bestimmten Bemessungs- und Konstruktionsregeln. Diese gelten nicht nur für die Tragstrukturen der Anlage, sondern auch für die nichttragenden verfahrenstechnischen Einbauten und die Versorgungsbauwerke wie etwa freistehende Tanks und Silos. Bei der Neubewertung steht im Vordergrund, kritische Punkte in der Auslegung und Konstruktion von Komponenten und Systemen zu identifizieren, um dann geeignete Maßnahmen zur Ertüchtigung umzusetzen. Die Ertüchtigungen können rein konstruktiver Art sein, oder aber rechnerische Nachweise und gegebenenfalls sogar Umbau-

© Datenquellen und Berechnungen: TÜV SÜD Chemie Service GmbH

Standort	DIN 4149	DIN EN 1998-1/NA: 2021-07		Erhöhung ohne Bodenparameter S	Erhöhung mit Bodenparameter S
	Grundbeschleunigung a_g [m/s ²]	Spektralbeschleunigung $S_{aP,R}$ [m/s ²]	berechnete Grundbeschleunigung $a_{gR} = S_{aP,R} / 2,5$ [m/s ²]	[%]	[%]
Chempark Lev	0,4	1,2	0,48	+20	+20
Chempark Dor (Bayer)	0,4	1,2	0,48	+20	+20
Chempark Uer	0,2	0,8	0,32	+60	+86
BASF Ludwigshafen	0,4	0,85	0,34	-15	+48
Industriepark Höchst [Nord]	0	0,88	0,35	↑	↑
Industriepark Höchst [Süd]	0,4	0,88	0,35	-12	+57 (+76)*

Gegenüberstellung der Grundbeschleunigungen nach DIN 4149 und der Spektralbeschleunigungen sowie der berechneten Grundbeschleunigungen nach DIN EN 1998-1/NA für verschiedene deutsche Chemie-Standorte

* in Abhängigkeit des Bodenparameters

maßnahmen beinhalten. Analysiert wird bspw. auch, ob und wie sich benachbarte Systeme gegenseitig beeinflussen, ob Verformungen an Bauteilen oder starke Bewegungen des Inhalts von Behältern problematisch werden können. Zudem müssen eingebaute Apparate, Pumpen, Rohrleitungen und Fittings genau untersucht werden, weil auch diese im Erdbebenfall horizontal beschleunigt werden. Denn im ungünstigsten Fall entstehen Risse und Leckagen, über die toxische oder entzündliche Stoffe entweichen. Unkontrollierte chemische Reaktionen, Brände und Produktionsausfälle können die Folge sein. Sofern kein akutes Sicherheitsrisiko die sofortige Behebung erfordert, können die Maßnahmen zur Ertüchtigung auch im Rahmen geplanter Instandhaltungen oder Revisionen umgesetzt werden.

Komponenten und Systeme richtig auslegen und ertüchtigen

Expertinnen und Experten von TÜV Süd Chemie Service mit langjähriger Prüfroutine sorgen dafür, dass alle Komponenten und Systeme einer Che-

mieanlage für den Lastfall Erdbeben rechnerisch richtig ausgelegt sind. Das gilt für Greenfield-Anlagen, bei denen bspw. vor dem Inverkehrbringen eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt und die Standsicherheit geprüft wird. Bei Brownfield-Anlagen hingegen geht es im Wesentlichen darum, problematische Bereiche in der Auslegung und Konstruktion von Komponenten und Anlagenteilen ausfindig zu machen. In einem zweiten Schritt werden dann Ertüchtigungsmaßnahmen unter Berücksichtigung des Gefahrenpotenzials eines Mangels priorisiert. Das Vorgehen ist bereits auf den neuen Erdbeben Eurocode DIN EN 1998-1/NA abgestimmt und orientiert sich an dem im März 2022 erschienenen, überarbeiteten Leitfaden „Der Lastfall Erdbeben im Anlagenbau“ des Verbandes der Chemischen Industrie (VCI). Die aktuelle, dritte Fassung des Leitfadens gibt Empfehlungen für den erdbebengerechten Bau von Anlagen nach aktuellem Stand der Technik, stellt vereinfachte Berechnungsmethoden zur Verfügung und gibt Hinweise für die Beurteilung bestehender Anlagen.

Der Autor

Dr.-Ing. Stefan Wirth,
Gruppenleiter Design Review & Engineering,
Plant & Equipment Integrity, TÜV SÜD Chemie Service

TÜV Süd auf der Achema

Halle 9.1, Stand C39

Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:

<https://dx.doi.org/10.1002/citp.202200738>

Kontakt

TÜV SÜD Chemie Service GmbH, Leverkusen

Tel.: +49 214 86910-154

stefan.wirth@tuvsud.com

www.tuvsud.com/chemieservice

Sicher, hygienisch und körperschonend arbeiten

Bei der Handhabung von Gefahrstoffen müssen Mitarbeitende nicht selten schwere Fässer, Kanister, Eimer und Säcke transportieren, heben und umfüllen. Manuell durchgeführt belasten solche Aufgaben die Wirbelsäule. Eine Lösung bieten die mobilen Hebezeuge, die Hovmand jetzt auf der Achema präsentiert: Mit den mobilen, flexibel gestaltbaren Handhabungsgeräten aus Edelstahl können Rohstoffe und Materialien, auch Gefahrgut, im gesamten Herstellungsprozess inklusive des Verpackungsprozesses sowie der Lagerung sicher, hygienisch und zugleich ergonomisch gehandhabt werden. Behälter und Material lassen



sich bis 300 kg mühelos mit nur einem Gerät transportieren, kippen, entleeren und umfüllen bis in einer Höhe von 2,30 m. Auch Euroboxen oder andere

Stapelbehälter können mit den Hebegeräten mühelos und körperschonend von nur einer Person transportiert werden. Das beschleunigt die Prozesse. Körperlich herausfordernd ist auch die manuelle Bestückung von Verpackungsmaschinen. Manipulatoren für Verpackungsrollen bringen Folienrollen einfach in die passende Höhe und Position, um sie in die Maschine einzusetzen. Alle Geräte sind nach GMP-Standards gefertigt und werden in Edelstahlvarianten angeboten. Damit entsprechen sie den hohen Anforderungen an Hygiene und Reinigung in der Chemie- und Pharmaindustrie. Im Angebot sind zudem Geräte mit

der Schutzklasse IP66. Die Ausstattung mit ESD-Lenkrollen verhindert darüber hinaus elektrostatische Aufladungen. Für spezielle explosionsgefährdete Umgebungen (EX-Bereiche), bspw. bei der Verarbeitung von leicht entzündlichen Materialien, ist auch eine Umrüstung auf ATEX möglich.

Achema - Halle 3, Stand A70

Kontakt

Hovmand GmbH, München

Tel.: +49 (0) 89 785 76 76- 40

jrl@hovmand.com · www.hovmand.com