

Der Lastfall Erdbeben in Chemieanlagen

Neuer Erdbeben Eurocode: Risiken müssen neu bewertet und bei der Konstruktion berücksichtigt werden

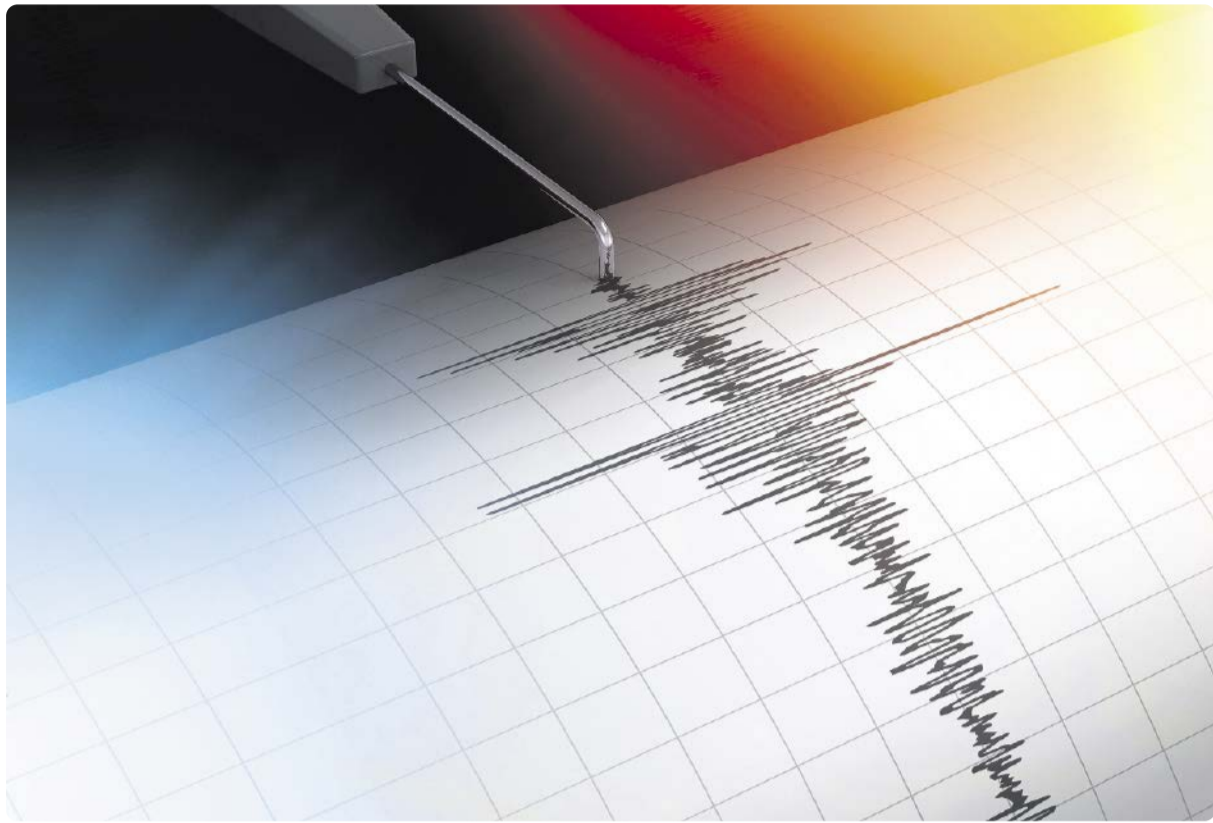
Schadensberichte nach Erdbeben sind hauptsächlich aus Südeuropa und Übersee bekannt. Aber auch in bestimmten Regionen Deutschlands kann die Erde beben. Befindet sich dort eine Chemieanlage, so ist der Lastfall Erdbeben bei der Konstruktion zu berücksichtigen. Mancherorts müssen nun die Gefahren und deren Auswirkungen auf die Tragstrukturen, Einbauten und Versorgungsbauwerke neu bewertet werden. Grund dafür ist die Einführung des Erdbeben Eurocodes DIN EN 1998-1/NA.

Bislang war der Lastfall Erdbeben zu berücksichtigen, wenn der Standort einer Chemieanlage in einer der vier Erdbebenzonen Deutschlands nach DIN 4149 lag. Damit waren aber zahlreiche Regionen keiner Erdbebenzone zugeordnet. Inzwischen wurden die Erdbebengefährdungen auf Basis aktueller europaweiter Erkenntnisse neu berechnet und im nationalen Anhang NA:2021 des Erdbeben Eurocodes DIN EN 1998-1 normativ festgelegt. Die starre Zoneneinteilung entfällt und statt



Stefan Wirth,
TÜV Süd Chemie Service

abruher Zonengrenzen ergeben sich nun fließende Übergänge zwischen verschiedenen Intensitätsbereichen. Als Folge davon kommt es zu Verschiebungen der ursprünglichen Grenzverläufe der Erdbebenzonen sowie teils zu einer deutlichen Erhöhung der für den



einer horizontalen Bewegung der Anlagen. Dieser Lastfall wird aber im Rahmen eines anzusetzenden semiprobabilistischen Sicherheitskonzepts wiederum anders bewertet, weil die Auftretswahrscheinlichkeit geringer ist als der Lastfall Wind. Grundsätzlich sind bestimmte, den örtlichen Gegebenheiten angepasste Bemessungs- und Konstruktionsregeln erforderlich. Diese gelten sowohl für die Tragstrukturen einer Chemieanlage als auch für die nichttragenden verfahrenstechnischen Einbauten und die Versorgungsbauwerke, so z.B. für freistehende Tanks und Silos.

Bei der Neubewertung werden kritische Punkte in der Auslegung und Konstruktion von Komponenten und Systemen identifiziert. Daran lassen sich geeignete Maßnahmen zur Ertüchtigung herleiten. Die Ertüchtigungen können rein konstruktiver Art sein oder aber rechnerische Nachweise und gegebenenfalls sogar Umbaumaßnahmen einbeziehen. Zudem wird beurteilt, ob und wie sich benachbarte Komponenten und Systeme gegenseitig beeinflussen, ob Verformungen an Bauteilen oder starke Bewegungen des Inhalts von Behältern kritisch werden können. Des Weiteren sind Apparate, Pumpen, Rohrleitungen und Fittings zu betrachten, weil auch diese im Erdbebenfall horizontal beschleunigt werden. Hintergrund dabei ist die potenzielle Gefahr, dass Risse und Leckagen entstehen, über die toxische oder entzündliche Stoffe entweichen. Die Maßnahmen zur Ertüchtigung können auch bei bereits geplanten Instandhaltungen oder Revisionen umgesetzt werden, sofern kein akutes Sicherheitsrisiko die sofortige Behebung erfordert.

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_{aPR} [m/s ²]	Berechnete Grundbeschleunigung $a_{gr} = S_{aPR} / 2,5$ [m/s ²]		
Chempark Leverkusen	0,4	1,2	0,48	+20	+20
Chempark Dormagen	0,4	1,2	0,48	+20	+20
Chempark Uerdingen	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 Chemiestandorte

* in Abhängigkeit des Bodenparameters
(Datenquellen und Berechnungen: TÜV Süd Chemie Service)

Welche Chemiestandorte sind betroffen?

Neu zu bewerten sind bspw. die Anlagen der Chemieparks in der Niederrheinischen Bucht im Großraum Köln sowie im Bereich des Oberrheingraben zwischen Frankfurt und Basel. Durch den Wegfall der starren Zoneneinteilung kann es sogar sein, dass innerhalb eines Chemieparks weitere Anlagen und Gebäude hinzukommen, die nun auch bewertet und gegebenenfalls für den Lastfall Erdbeben ausgelegt werden müssen. Das betrifft z.B. den Industriepark Frankfurt-Höchst (großes Foto): Die Anlagen südlich des Mains sind nach DIN 4149 bereits für den Erdbebenfall ausgelegt. Anders im nördlich des Mains gelegenen Teil des Industrieparks: Hier war gemäß DIN 4149 keine nennenswerte Grundbeschleunigung vorhanden. Auf Basis des Erdbeben Eurocodes kommt nun aber der Nordteil des Industrieparks wegen der neu berechneten Grundbeschleunigung hinzu (Tab. 1). Die hier befindlichen Anlagen sind jetzt ebenso für den Lastfall Erdbeben auszulegen. Die Neubewertungen zeigen, dass die ermittelten Beschleunigungen und daraus resultierenden Ersatzlasten an nahezu allen Standorten höher sind. In der Niederrheinischen Bucht im Chempark Krefeld-Uerdingen zeigt sich bspw. eine prozentuale Erhöhung der Grundbeschleunigung um 60%, die bei zusätzlicher Berücksichtigung des neu zugeordneten Bodenparameters sogar auf 86% anwächst.

Erdbebensicher auslegen – aber wie?

Chemieanlagen sind so konstruiert, dass sie das vertikal wirkende Eigengewicht und die variierenden Füllungs- und Betriebslasten sicher in den Untergrund weiterleiten. Da die Anlagen oftmals im Freien stehen, müssen sie aber auch für horizontale Lasten wie bspw. Wind bemessen werden. Auch Erdbeben führen zu

Erdbeben Eurocode und VCI-Leitfaden stets im Blick

Experten mit langjähriger Prüfroutine sorgen dafür, dass alle Komponenten und Systeme einer Chemieanlage für den Lastfall Erdbeben rechnerisch richtig ausgelegt sind. 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 Verbands 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.

Stefan Wirth, Gruppenleiter,
Design Review & Engineering,
Plant & Equipment Integrity,
TÜV Süd Chemie Service GmbH,
Leverkusen

■ stefan.wirth@tvsud.com
■ www.tvsud.com/chemieservice

Medikamentenspuren wirksam aus dem Abwasser entfernen

EnviroChemie entwickelt für pharmazeutische Unternehmen nachhaltige und effiziente Lösungen zur Abwasserbehandlung. Die Verfahren lassen sich flexibel anpassen, wenn sich Abwasserbestandteile ändern und haben einen möglichst geringen CO₂-Footprint.



Abwasseroxidation mittels Ozon zur sicheren Entfernung von Medikamentenspuren aus dem Abwasser

Neue Medikamente, neue Anwendungen: Abwässer aus der Pharmaindustrie zu behandeln, wird immer anspruchsvoller. EnviroChemie bietet neben der sorgfältigen Analytik eine Reihe von Verfahren an, um bedenkliche Inhaltsstoffe, wie bspw. Antibiotika oder Hormone, zuverlässig aus dem Abwasser zu entfernen.

Die Medikamentenwirkstoffe, API (active pharmaceutical ingredients), sind in der Regel schwer biologisch abbaubar. Ohne Vorbehandlung dürfen die Abwässer deswegen nicht in Kläranlagen eingeleitet werden.

Um Abwässer aus der pharmazeutischen Produktion vorzubehandeln, kommen unterschiedliche Verfahren, auch in Kombination, in Betracht. Eine Verbrennung dieser Abwässer verursacht einen hohen Energieaufwand und CO₂-Ausstoß. Hinzu kommen Lkw-Transporte, die den CO₂-Footprint zusätzlich vergrößern. Auch physikalische Verfahren sind teuer. Rückstände im Abwasser werden mittels Membrantechnik herausgefiltert oder von Aktivkohle absorbiert. Anschließend müssen die Reststoffe entsorgt werden. Je nach Art des Abwassers können sich diese Verfahren dennoch eignen, wenn man sie mit anderen Technologien kombiniert.

Gängiger sind heute AOP-Verfahren. Also erweiterte Oxidationsprozesse (Advanced Oxidation Processes), bei denen API oder andere schwer abbaubare Stoffe in kleinere organische Bruchstücke zerlegt werden, so dass das Abwasser anschließend biologisch weiterbehandelt werden kann. Die Auswahl des passenden AOP-Verfahrens hängt von der Art des Abwassers und seinen Bestandteilen ab. In eigenen Laboren und Pilotanlagen testet EnviroChemie die unterschiedlichen Verfahren für verschiedene Pharmaka und entwickelt für jede Anwendung das individuelle Behandlungsverfahren.

Ein Beispiel dafür ist das Tensid Octoxinol 9 – denn es ist als Lösung in vielen Corona-Schnelltests enthalten und damit ein Beispiel für einen Stoff, der innerhalb kurzer Zeit eine komplett neue Herausforderung an die Abwasserbehandlung stellt. Octoxinol 9 darf aufgrund seiner Toxizität auch in geringen Mengen nicht ins Abwasser gelangen. Produzenten sind gefordert, hier ganz neue Lösungen zu entwickeln. EnviroChemie hat für einen Hersteller ein maßgeschneidertes Behandlungsverfahren entwickelt. Dafür wurden in den eigenen Laboren die optimalen

Parameter für die Behandlung ermittelt und anschließend getestet. Begleitende Analysen externer Speziallabore haben die Abbauergebnisse bestätigt.

Stichpunkte

- Problematische Inhaltsstoffe gleich am Entstehungsort eliminieren
- Maßgeschneiderte Anlagenlösungen zur Abwasserbehandlung
- Erweiterte Oxidationsprozesse (advanced oxidation processes, AOP) zur Abwasservorbehandlung (z.B. mit Wasserstoffperoxid/UV oder Ozon)
- Den CO₂-Fußabdruck reduzieren

■ Kontakt
EnviroChemie GmbH
In den Leppsteinswiesen 9
64380 Rossdorf
Tel.: +49 6154 69980 - info@envirochemie.com
www.envirochemie.com

Innovation für Wassertechnik
ENVIROCHEMIE

■ Achema
Halle 9.1 Stand B40

Erdbebenfall anzusetzenden horizontalen Beschleunigungen und den daraus resultierenden Ersatzlasten.

Untergrundverhältnisse haben mehr Einfluss

Aus der Neubewertung können örtlich stark veränderte Erdbebenlasten hervorgehen, teils auch drastische Erhöhungen. Der Bodenparameter S zur Beschreibung des sog. elastischen horizontalen Antwortspektrums wird in Abhängigkeit des Untergrundverhältnisses und der Höhe der Spektralbeschleunigung neu zugeordnet. Aus den bisher sechs entstehen nun 18 mögliche Antwortspektren. Die höhere Anzahl der Antwortspektren bewirkt, dass die Untergrundverhältnisse neu bewertet und auch stärker berücksichtigt werden. Die baurechtliche Einführung des Erdbeben Eurocodes, d.h. die Umsetzung in den Landesbauordnungen, wird vielerorts zu Herausforderungen bzgl. des Erdbebennachweises führen. Dafür sollten Betreiber von Chemieanlagen gut gerüstet sein. Fachgerechte Erdbebenauslegungen im Anlagenbau werden deshalb in Deutschland weiter an Bedeutung zunehmen.

