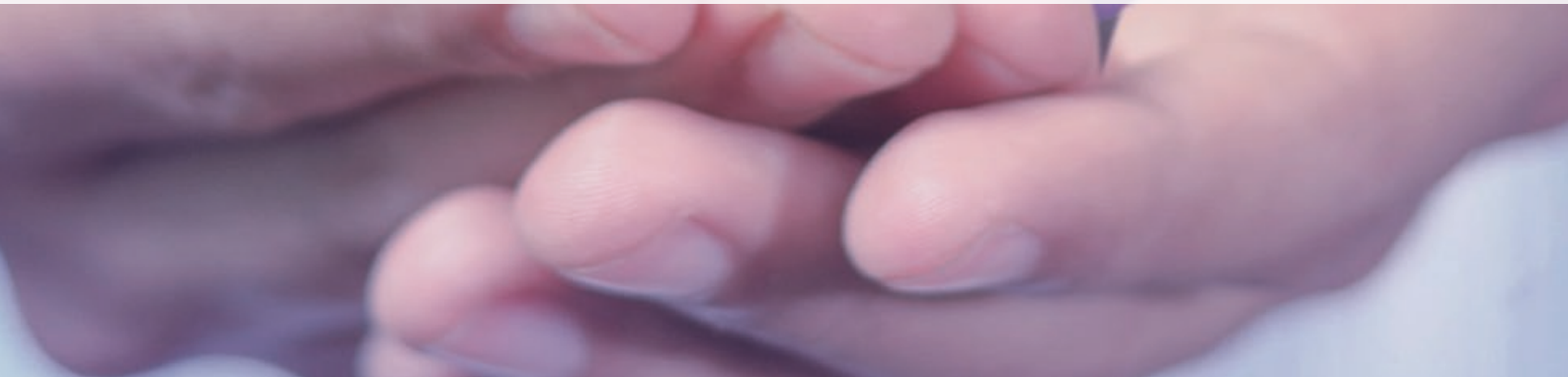
Wie und wo bebt die Erde?

Für mehr Funktions- und Standsicherheit – Erdbebenauslegung von Anlagenteilen und Komponenten durch Berechnung und Test | Erdbebensicheres Bauen | Erdbebennachweise nach internationalen Normen | Seismische Instrumentierung

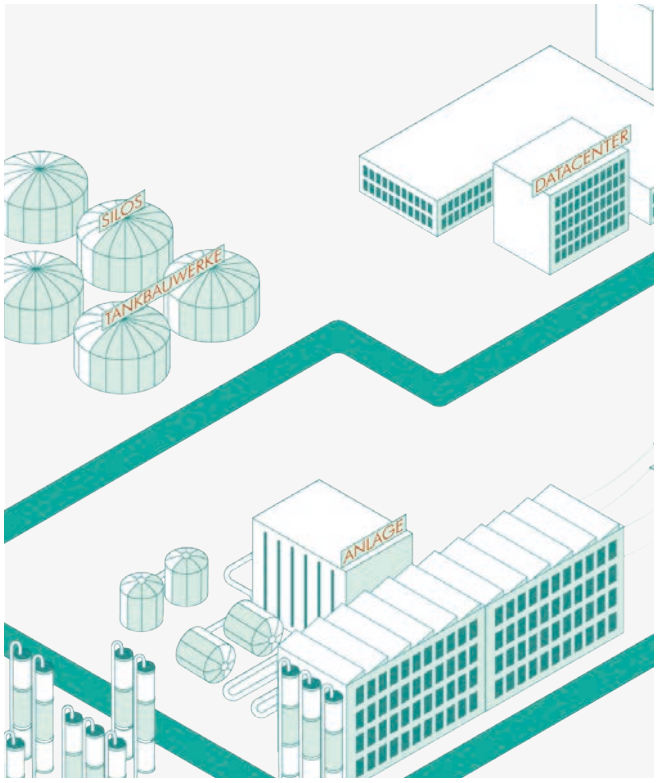
Wölfel



Erdbeben-Engineering bei Wölfel: Bis in die letzte Schraube erdbebensicher

Etwa 25 Prozent der globalen Landfläche liegen in seismisch aktiven Gebieten mit einer Bodenbeschleunigung von mehr als 0,1 g und sind somit deutlich erdbebengefährdet. Abhängig vom Standort ergeben sich unterschiedliche Anforderungen an eine normgerechte Erdbebenauslegung von Gebäuden, Anlagen, Maschinen, Komponenten und Infrastruktur.

Wir bei Wölfel beschäftigen uns seit über 50 Jahren weltweit mit dem Lastfall Erdbeben. Wir bieten qualifizierte Dienstleistungen rund um Erdbebenberechnungen und -nachweise, entwickeln kundenspezifische Lösungen und führen hochwertige Seminare durch.



Unser Leistungsportfolio:

Auslegung von **baulichen Anlagen/ Tragwerken** aus…

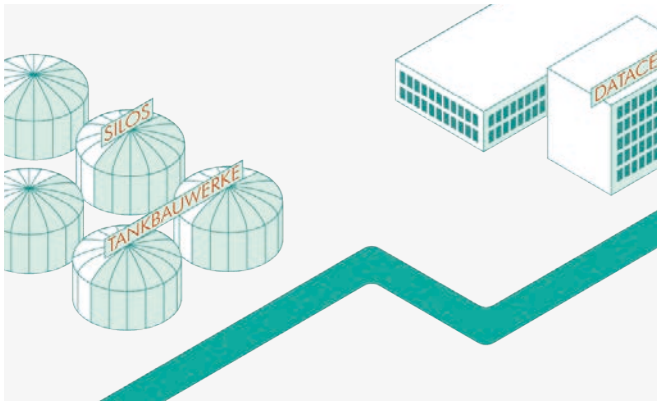
- Stahl
- Stahlbeton
- Mauerwerk
- …

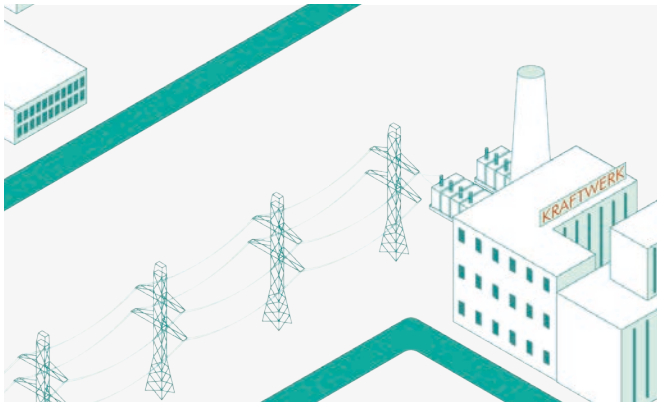
→ Mehr über unser Angebot im Bereich Erdbebensicheres Bauen erfahren Sie auf S. 7

Auslegung von **Anlagen(-teilen) und mechanischen sowie elektrischen Komponenten**, z.B. …

- Behälter
- Schaltschränke
- Rohrleitungen
- Serverschränke
- Turbinen
- …

→ Mehr über unser Angebot im Bereich Maschinen- und Anlagenbau erfahren Sie auf S. 8

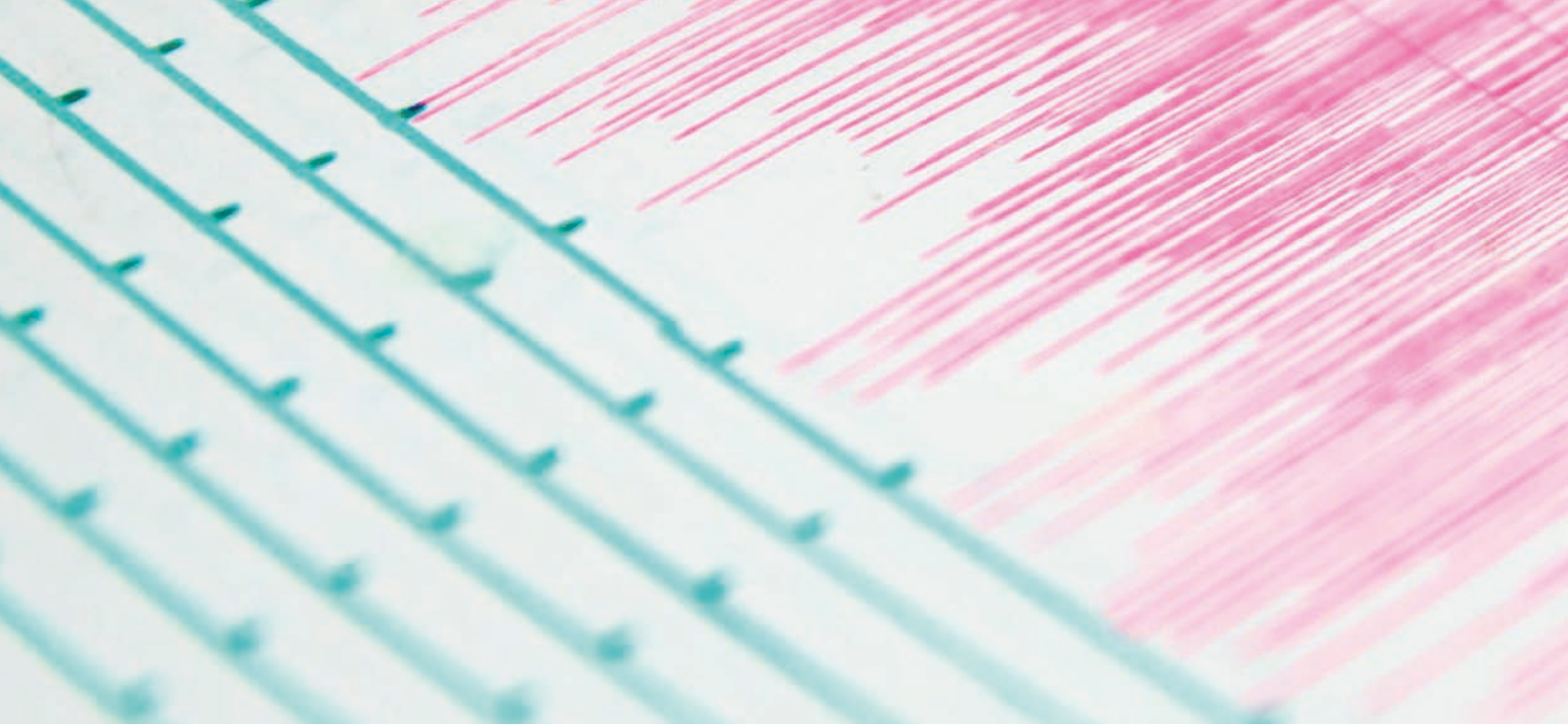




Seismisches Monitoring von…

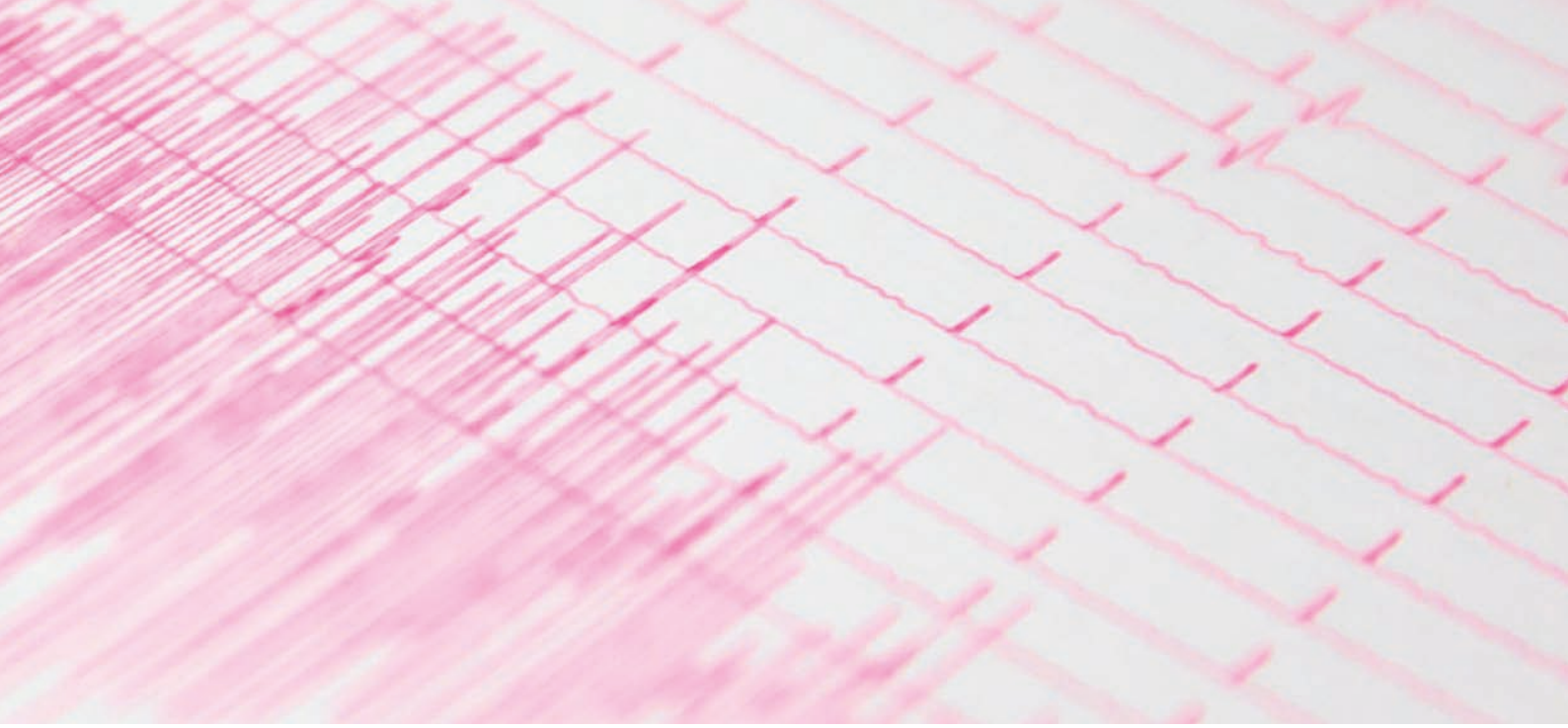
- Kraftwerken
- Kerntechnischen Anlagen
- Industrieanlagen (z.B. Chemie, Öl & Gas, Wasserstoff, Kunststoff)
- Staudämmen
- Gebäuden und sonstigen Bauwerken
- …

→ Mehr über unser Angebot im Bereich Seismische Instrumentierung erfahren Sie auf S. 10

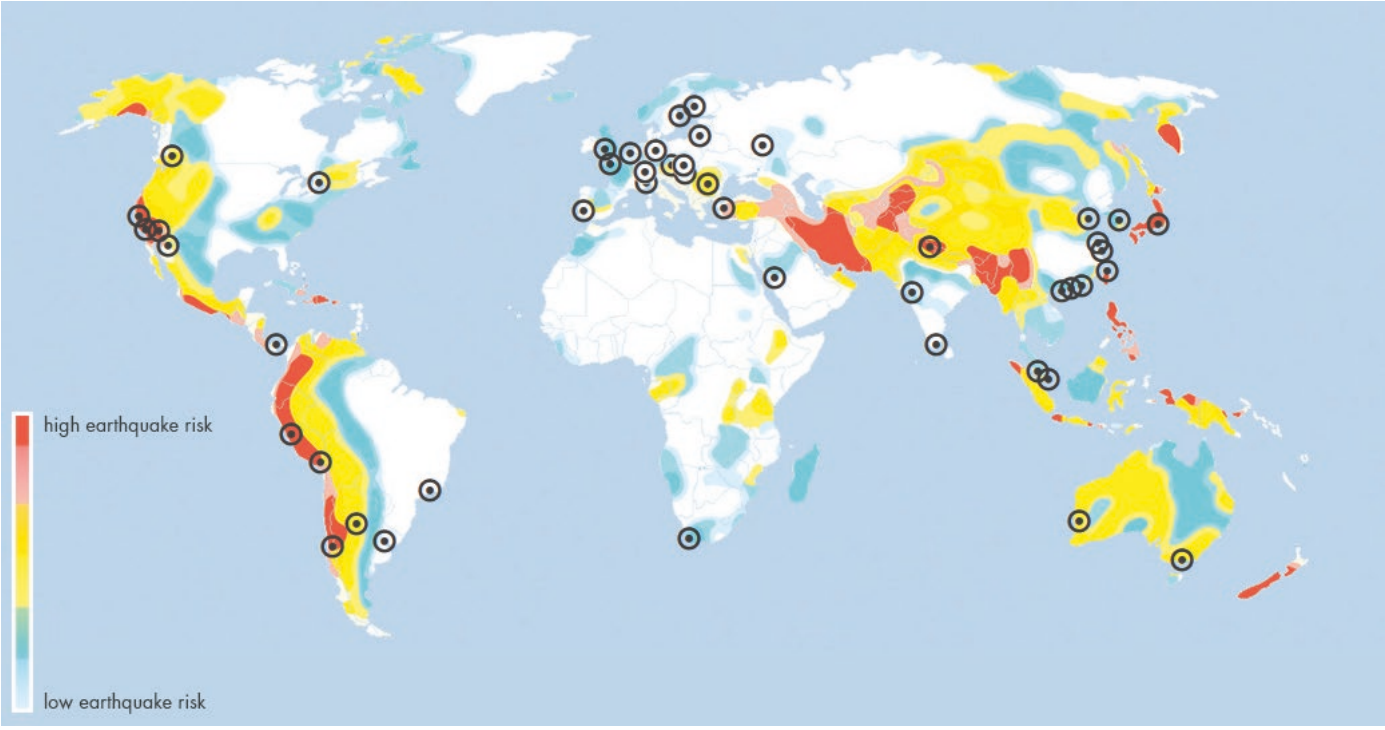


Was uns zu Erdbeben-Experten macht – und wie Sie davon profitieren

	Wir wenden die relevanten nationalen und internationalen Erdbebennormen nicht nur in zahlreichen Projekten an, wir vermitteln im Rahmen von **Seminaren** auch regelmäßig alle wichtigen Neuerungen und bringen unser **Spezialwissen in Normen- und Regelwerksausschüssen** ein.
	In mehr als 50 Jahren haben unsere Ingenieure und Ingenieurinnen über **1.400 Projekte erfolgreich abgeschlossen**. Diese Erfahrung spiegelt sich in der Beratung wieder.
	Durch unser **breites Leistungsportfolio** – Nachweise führen wir beispielsweise durch Berechnung, Test oder Ähnlichkeitsbetrachtung – können wir die gemäß Ihrer Anforderungen optimale Lösung finden und umsetzen.
	Der zentrale Aspekt beim Erdbeben-Engineering ist mindestens die **Standsicherheit** Ihrer Anlage oder Komponente, wir verlieren aber auch die **Wirtschaftlichkeit** nie aus den Augen. Hierzu stimmen wir uns eng mit Ihrer Konstruktion ab und halten Ihre fertigungstechnischen Möglichkeiten im Blick. Das hat sich in der Praxis bewährt.
	Neben Erdbebennachweisen können wir Sie auch darüber hinaus unterstützen, zum Beispiel durch **Schulung Ihrer Mitarbeiter** oder durch **Beratungen** zur Integration des Lastfalls „Erdbeben" in Ihren Vertriebs- und Konstruktionsprozess.



Unsere Projekte: Mit uns sind Sie weltweit für den Lastfall Erdbeben gerüstet



50+
Jahre

1400+
Projekte

200+
Kunden

Alle Anforderungen erfüllt: Mit kundenspezifischen Dienstleistungen und Systemen auf der sicheren und wirtschaftlichen Seite

Genauso individuell wie Ihre Projekte sind auch unsere Lösungen für den konventionellen sowie den durch höhere Anforderungen geprägten kerntechnischen/nuklearen Anlagenbau. Je nach Bedarf bieten wir ein Gesamtpaket oder unterstützen mit Einzelleistungen:

Erdbebennachweis und Erdbebenauslegung	**Erdbebentests und Spezifikation**	**Beurteilung und Ertüchtigung**
Dokumentation und Kommunikation	**Systeme zum Erdbebenmonitoring**	**Seismic Switch**
Wiederkehrende Prüfung	**Beratung**	**Seminare**

→ weiter zur Seminarübersicht

Erdbebensicheres Bauen – Erdbebenauslegung von baulichen Anlagen

Eine der größten Gefahren bei einem Erdbeben sind einstürzende Gebäude. Genau aus diesem Grund gibt es in vielen Ländern inzwischen zahlreiche Standards und Richtlinien, die erdbebensicheres beziehungsweise erdbebengerechtes Bauen zur Pflicht machen – um Menschen zu schützen, Schäden zu minimieren und Folgeschäden zu begrenzen.

Earthquakes don't kill people, buildings do.

Von einer Anpassung des Grundrisses über eine Basisisolierung bis hin zur aktiven oder passiven Schwingungsminderung durch Tilger und Dämpfer: Es gibt viele Konzepte, die große und kleine Bauwerke im Ernstfall erdbebensicher machen und ein Versagen der Tragkonstruktion vermeiden sollen. Wir bei Wölfel beschäftigen uns damit bereits seit Jahrzehnten und beraten Sie gerne rund um das Themenfeld Erdbebensicheres und Erdbebengerechtes Bauen – sowohl im Rahmen von Neubauten als auch bei der Nachberechnung und Ertüchtigung.

In diesem Bereich bieten wir insbesondere folgende Leistungen an:

- Erstellung und Prüfung von Spezifikationen zum Thema Erdbeben
- Auslegung von Bauwerken aus Stahlbeton, Stahl und Mauerwerk für den Lastfall Erdbeben nach europäischen und internationalen Normen wie DIN EN 1998-1 und ASCE 7
- Nachweis der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken und Bauteilen aus Stahlbeton, Spannbeton, Stahl und Mauerwerk
- Analysen mittels statischer oder dynamischer Berechnungsverfahren sowie Zeitverlaufsberechnungen
- Auslegung von Erdbebenschutzsystemen wie seismische Isolierung, Dämpfer oder Tilger

Normgerechte Erdbebenqualifizierung von Anlagenteilen und mechanischen sowie elektrischen Komponenten

Der deutsche Maschinen- und Anlagenbau vertreibt seine Produkte weltweit, zunehmend auch in seismisch aktive Gebiete. Abhängig vom Produkt und dessen Klassifizierung ist – je nach (landesspezifischem) Regelwerk – mindestens die Standsicherheit der Verankerung einer Komponente unter Erdbebeneinwirkung nachzuweisen. Weitere Anforderungen können sich auf Integrität (Dichtheit) und Funktionsfähigkeit (insbesondere bei elektrischen Komponenten) während und nach dem Erdbebenereignis erstrecken.

Erdbebensimulation: Numerisch oder experimentell

Welches Verfahren zur Nachweisführung eingesetzt wird, hängt von vielen Faktoren ab. Je nach Regelwerk und Anforderungen kann der Nachweis der Funktionsfähigkeit beispielsweise numerisch mit Hilfe eines FE-Modells und/oder – wie oftmals erforderlich – experimentell durch einen Rütteltest erbracht werden. In der folgenden Übersicht finden Sie unser Angebot im Bereich mechanischer und elektrischer Komponenten – wir beraten Sie gerne, um gemeinsam mit Ihnen das optimale Nachweiskonzept für Ihren konkreten Anwendungsfall zu entwickeln.

Mechanische Komponenten

Welche mechanischen Komponenten (z. B. Rohrleitungen, Behälter, Kühler, LNG-, Wasserstoff-Behälter/-Leitungen) im Rahmen der Erdbebenauslegung betrachtet werden müssen, hängt insbesondere vom übergeordneten Schutzziel für die Maschine oder Anlage ab.

Je nach Anforderung kann der Nachweis durch Berechnung (quasistatische Ersatzverfahren, Antwort-Spektren-Verfahren, Zeitverlauf-Verfahren), experimentelle Verfahren (Erdbebentest) und/oder alternative Verfahren (Ähnlichkeit, Plausibilität) erfolgen. International wird für mechanische Komponenten häufig das Regelwerk ASCE/SEI 7 angewendet, für detaillierte Nachweise gibt es zusätzliche komponentenspezifische Regelwerke.

In diesem Bereich bieten wir insbesondere folgende Leistungen an:

- Beratung bei der Ermittlung von Eingangsdaten, der Anpassung von Konstruktionen sowie bei der Entwicklung eines Nachweiskonzepts
- Beratung bezüglich international anerkannter Normen
- Auslegung von Komponenten für den Lastfall Erdbeben
- Unterstützung bei der Einführung eines einheitlichen Vorgehens bei Ihnen und Ihren Zulieferern
- Unterstützung bei der Klärung von Kundenfragen zum Thema Erdbeben und bei der Vertretung gegenüber Behörden und TÜV-Prüfstellen

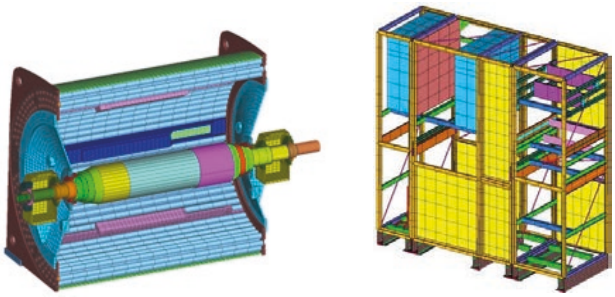
Elektrische Komponenten

Der Einsatz von elektrischen Komponenten (z.B. Schaltschränke, Elektromotoren, Generatoren, Transformatoren, Gasisolierte Schaltanlagen (GIS), Gasisolierte Leitungen (GIL), Ventile, Pumpen, …) kann sowohl im In- als auch im Ausland an das Einhalten von länderspezifischen Erdbebenanforderungen gebunden sein. Ist dies der Fall, ist die Erdbebensicherheit der jeweiligen Komponenten gemäß den lokalen Vorschriften nachzuweisen.

In diesem Bereich bieten wir insbesondere folgende Leistungen an:

- Beratung bei der Ermittlung von Erdbeben-Eingangsdaten
- Nachweis durch Berechnung (i.d.R. FE-Berechnung: linear/nichtlinear, quasi-statisch/dynamisch mit Time-History Methode oder RSMA-Berechnung)
- Nachweis durch Rütteltest (uni- oder mehraxial, elektrischer oder hydraulischer Rütteltisch)
- Falls die Randbedingungen es zulassen: Nachweis durch Plausibilität/Ähnlichkeitsbetrachtungen (geringster Zeit- und Kostenaufwand)
- Beratung bei der konstruktiven Optimierung
- Vertretung gegenüber Prüfern und Behörden
- Erstellung kundenspezifischer Software zur Verarbeitung/Analyse von (Erdbeben-)Signalen: Zeitverläufe, Antwortspektren

Dabei beachten wir projektspezifische Anforderungen, die sich aus (inter-)nationalen konventionellen und kerntechnischen Vorschriften ergeben. Eine Übersicht über die wichtigsten Normen finden Sie auf unserer **Website**.

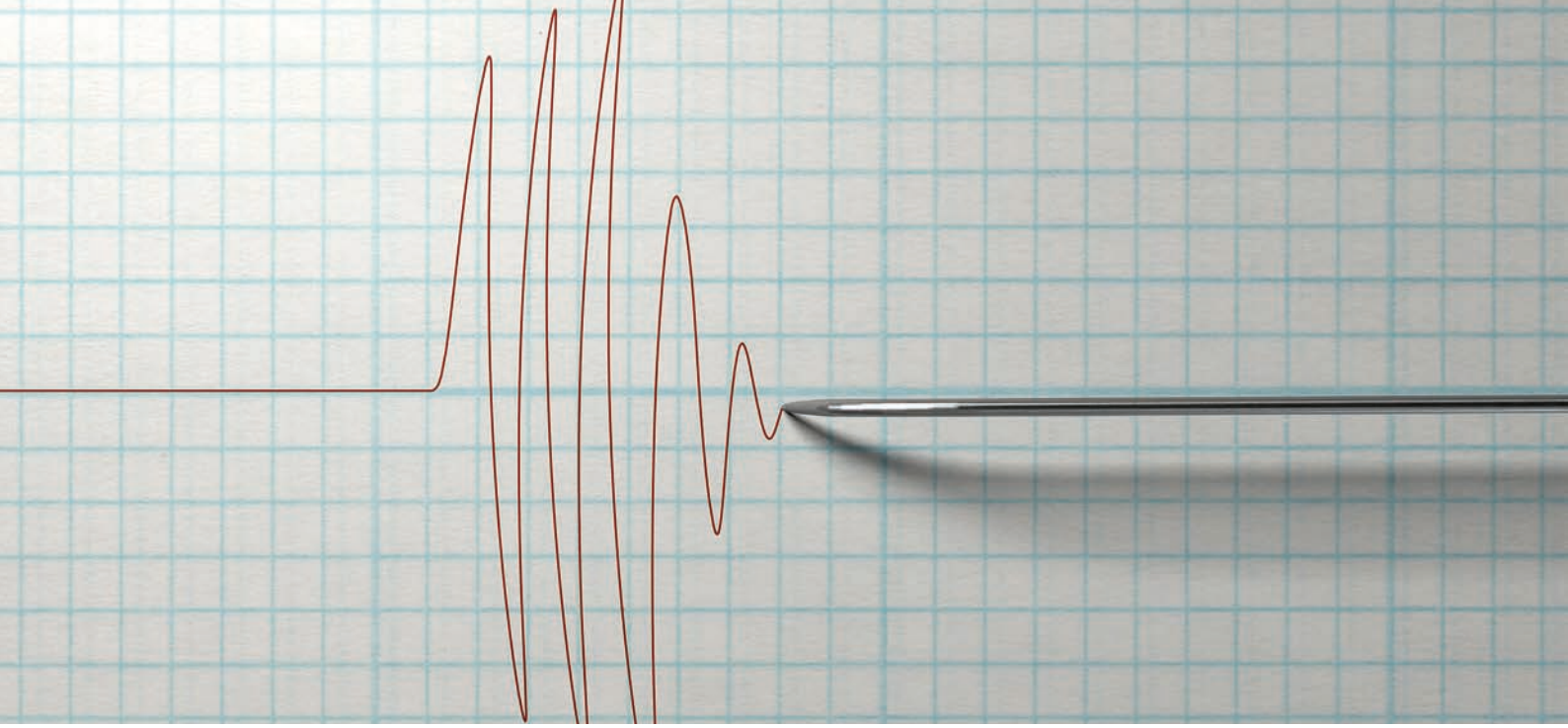


FE-Modelle für einen detaillierten rechnerischen Nachweis eines Motors bzw. eines Schaltschranks

Unser Knowhow umfasst Erdbebennormen weltweit

Damit wir für unsere Kunden mit Projekten in aller Welt hochwertiges Erdbeben-Engineering anbieten können, beschäftigen wir uns fortwährend intensiv mit Erdbebennormen weltweit. Um ein paar Projektbeispiele zu nennen:

- Schaltschrank in Chile (NCh2369)
- Braukessel in Kalifornien (ASCE 7)
- Verpackungsanlage in Australien (AS 1170)
- Zwischenlager in Deutschland (KTA 2201)
- Datacenter in der Türkei (DBYBHY 2007)
- Schaltanlage in den USA (IEEE 693)
- Schaltschrank in China (IEEE 344)



Seismische Instrumentierung und Seismic Switch – Permanenter Schutz Ihrer Anlage durch Erdbeben-Monitoring

Trifft ein Erdbebenereignis auf eine Industrieanlage, ein Gebäude, ein Kraftwerk oder auf sonstige Infrastruktur, kann dies durch den Einbau einer Seismischen Instrumentierung unmittelbar und zuverlässig festgestellt werden. Das eröffnet die Möglichkeit, sehr schnell Schutzmaßnahmen einzuleiten. Beim Überschreiten von einstellbaren Grenz- oder Auslegewerte (z. B. Antwortspektrum) werden Alarme automatisch ausgelöst oder ganze Anlagenteile automatisiert abgeschaltet. So kann das Auftreten von Sekundärschäden wie z. B. Explosion, Brand und Stofffreisetzungen sowie deren Folgen reduziert oder sogar verhindert werden.

Seismische Instrumentierung an einer Flüssiggasanlage in Ex-Schutz-Ausführung

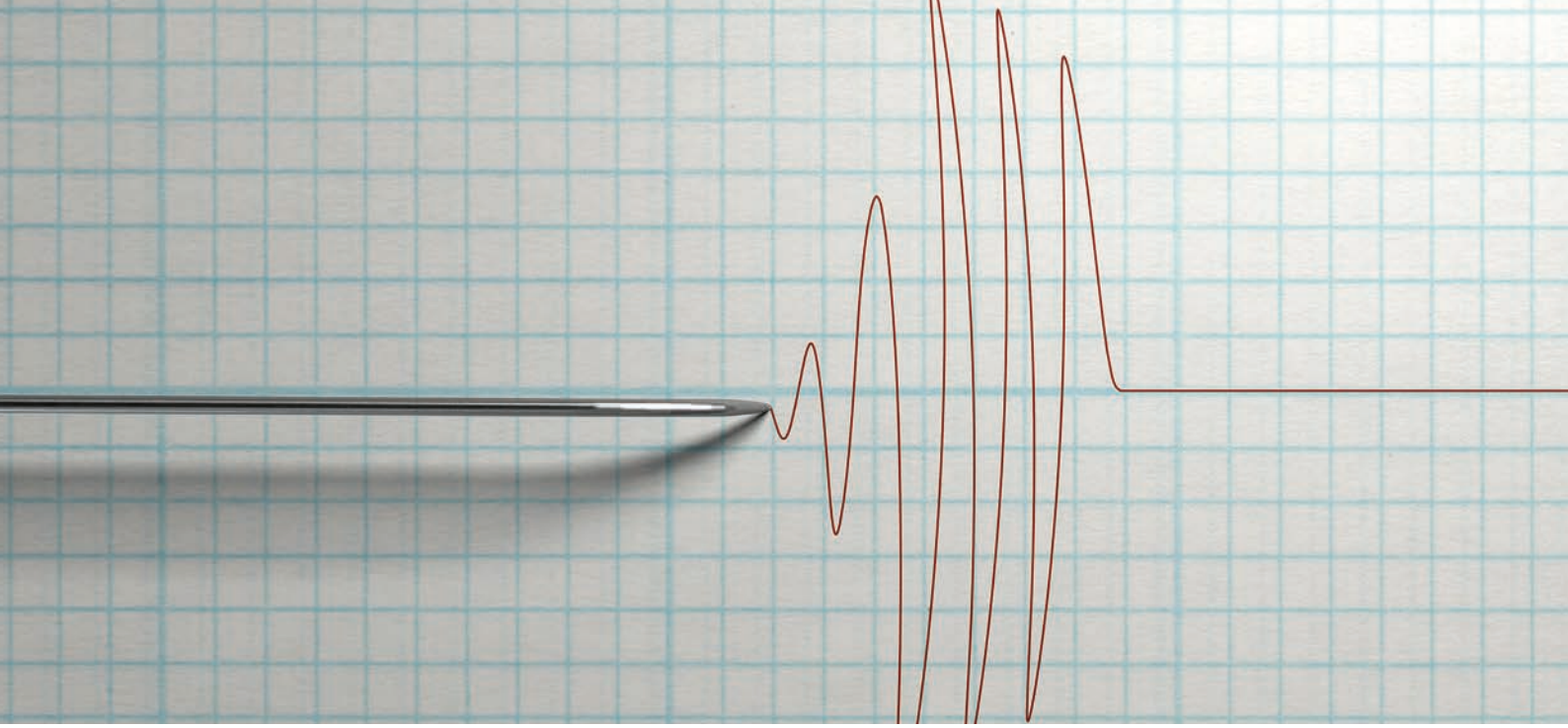
Unser Portfolio reicht vom sogenannten „Seismic Switch" zur Gebäudeüberwachung oder zum Abschalten von Maschinen und Anlagen bis hin zum zertifizierten System, z. B. zur Kraftwerksüberwachung. Zum Einsatz kommt dabei Gerätetechnik des renommierten Schweizer Herstellers SYSCOM.

Zusammen mit SYSCOM können wir folgende Kernkompetenzen nachweisen:

- Instrumentierung von Kraftwerken
- Instrumentierung von kerntechnischen Anlagen
- Instrumentierung von Industrieanlagen mit potenziell gefährlichen Stoffen (z.B. Chemie, Öl & Gas, LNG-Terminals, Wasserstoff, Kunststoff)
- Instrumentierung von Staudämmen
- Instrumentierung von Gebäuden und sonstigen Bauwerken

Wir begleiten den gesamten Prozess mit folgendem Leistungsportfolio:

- „Seismic Switch" zur Gebäudeüberwachung oder zum Abschalten von Maschinen und Anlagen
- Detailkonzeption einer seismischen Instrumentierung inklusive eventuell erforderlicher rechnerischer Nachweise und Festlegung möglicher Messpunkte



- Lieferung und Errichtung der seismischen Instrumentierung, falls gefordert nach einschlägigen Vorschriften wie KTA 2201, IEC 61508 (SIL 2 und 3), IEC 60780, IEC 61226 (CAT A und C), IEC 61225 oder IEC 60880 (CAT A)
- Konzepte zum Austausch bestehender (Fremd-) Instrumentierungen
- Unterstützung im behördlichen Genehmigungsverfahren und bei der Abstimmung mit Gutachtern
- Erstellung eventuell nötiger Zertifikate
- Erstellung von Vorprüfunterlagen und vollständiger Projektdokumentation
- Durchführung der Werkabnahmeprüfung (Factory Acceptance Test) unter Gutachterbeteiligung
- Installation, Inbetriebnahme, Schulung, Service und Systemwartung

Sicherer Betrieb von Geothermieanlagen durch Seismische Instrumentierung

Unter geothermischer Energiegewinnung ist die Gewinnung von Energien aus den sehr hohen Temperaturen, die unter der Erdoberfläche in den Gesteinsschichten sowie in unterirdischen Wasserreservoirs herrschen, zu verstehen. Es ist eine regenerative Art der Energieerzeugung, die keine schädlichen Emissionen verursacht und eine kontinuierliche Energiequelle bietet.

Geothermiebohrungen können tief in den Boden eindringen und den Stresszustand unter der Erde verändern, was wiederum zu künstlichen oder induzierten Erdbeben führen kann. Durch den Einsatz von Seismischer Instrumentierung werden Boden und nahegelegene Strukturen sorgfältig überwacht. Anzeichen von Veränderungen können so frühzeitig erkannt und Maßnahmen ergriffen werden, um ein von Erdbeben ausgehendes Risiko zu minimieren und einen sicheren, effizienten Betrieb von Geothermieanlagen zu gewährleisten.

Kontaktieren Sie uns gerne persönlich

Unser Erdbeben-Experte Marcus Ries berät Sie gerne bei Fragen rund um Ihr Projekt im Bereich Erdbeben-Engineering:

Dr.-Ing. Marcus Ries

+49 931 49708-370
ries@woelfel.de

Was bewegt Wölfel?

Schwingungen, Strukturmechanik und Akustik – das ist die Welt von Wölfel. In dieser Welt sind wir die Experten. Sie ist unser Zuhause. Über 120 Mitarbeiter geben hier täglich ihr Bestes für die Zufriedenheit unserer Kunden. Seit mehr als fünf Jahrzehnten unterstützen wir Sie weltweit mit Ingenieurleistungen und Produkten zur Analyse, Prognose und Lösung schwingungs- und schallinduzierter Aufgaben.

Sind Schwingungen wirklich überall? Ja! Darum brauchen wir ebenso vielfältige Lösungen! Ob als Ingenieurdienstleistung, als Produkt oder als Software – für jede Schwingungs- oder Lärmaufgabe gibt es eine spezifische Wölfel-Lösung, wie beispielsweise

- simulationsgestützte Auslegungen von Anlagen und Kraftwerken gegen Erdbeben
- Messungen der Schallemissionen von Windenergieanlagen
- universelle Mess-Systeme für Schall und Erschütterungen
- Lärmschutzgutachten und Schadstoffprognosen
- dynamische Insassen-Simulationen im Automobil und im Flugzeug
- und viele weitere branchenspezifische Wölfel-Lösungen …

Wölfel-Gruppe
Max-Planck-Straße 15 / 97204 Höchberg
Tel.: +49 931 49708 0 / Fax: +49 931 49708 150
info@woelfel.de / **www.woelfel.de**

Wölfel