

KSV-INFO

Kundeninformation des Verbandes der Schweizer Kalksandstein-Produzenten



**KALK
SAND
STEIN**



ERDBEBENSICHER BAUEN MIT KALKSANDSTEIN

- Erdbebensicherheit mit Nachweis
- Mit promur ein Höchstmass an Mauerwerk
- Unversehrtes Mauerwerk für höhere Erdbebensicherheit

PROMUR: ERDBEBENSICHERHEIT MIT NACHWEIS

Stein auf Stein erdbebensicher bauen



Mit promur bietet der KSV zusammen mit Industriepartnern die Lösung für einen realistischen Erdbebensicherheitsnachweis für Gebäude mit Mauerwerk an, der den Normen SIA 261 und 266 gerecht wird.

Erdbeben in der Schweiz – selten heisst nicht nie.

Weltweit entstehen über 90 Prozent aller Erdbeben im Bereich von Plattengrenzen. Der Zusammenprall der nach Norden vordringenden afrikanischen Platte mit dem eurasischen Kontinent hat zur Entstehung unseres Gebirges geführt. Dieser geologische Vorgang dauert im Alpenraum weiterhin an. Erhöhte Erdbebengefahr herrscht im Wallis und in der Region Basel, nicht unwesentlich aber auch in der Zentralschweiz, im Engadin und im St. Galler Rheintal. Im weltweiten Vergleich wird die Gefahr von Erdbeben in der Schweiz als mässig bis mittel eingestuft. Auch wenn Erdbeben selten auftreten, gehören sie aufgrund des hohen Schadenpotenzials und der Personengefährdung zum grössten Risiko unter den Naturgefahren in der dicht besiedelten Schweiz, so die Einschätzung des Bundesamts für Bevölkerungsschutz. Die Rückversicherer rechnen bei einem Ereignis bis Stärke 6 auf der Richterskala mit Schäden von rund 7 Milliarden Franken, bei einem Beben der Stärke von etwa 7 könnten sie sich auf rund 60 Milliarden Franken belaufen. Vorschriften zu erdbebensicherem Bauen und die Normen SIA 261 und 266 verlangen, dass die Sicherheit von Mauerwerk – wie auch von anderen Baukonstruktionen – nachgefragt, berechnet und nachgewiesen werden soll. Einzelne Kantone verlangen einen Erdbebensicherheitsnachweis.

Mauerwerk hat in der Schweiz Tradition.

Mauerwerk ist eine der ältesten Baukonstruktionen. Unabhängig von der Materialisierung weist es hohe Festigkeitswerte auf. Mauerwerk ist von Anfang an formstabil, lange haltbar und wertbeständig. Jahrhundertelange Erfahrung belegt, dass Mauerwerk erdbebensicher ist, wenn es richtig verbaut ist. Gebäude in der Erdbebenzone 1 und 2 werden oft in unbewehrtem Mauerwerk gebaut.

Was passiert bei einem Erdbeben mit dem Gebäude?

Bei einem Erdbeben werden in Bruchzonen seismische Wellen verschiedener Arten abgestrahlt.

Sie erreichen den Standort eines Bauwerks auf unterschiedlichen Wegen und mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten, wo sie vielfältige Bodenbewegungen erzeugen. Der Boden bewegt sich vor allem horizontal rasch in allen Richtungen hin und her, vertikal gibt es gleichzeitig eine etwas schwächere Auf-und-Ab-Bewegung. Die Erdbebeneinwirkung auf ein Gebäude ist vom Standort des Gebäudes (Bodenklassen gemäss SIA 261) und dem Schwingungsverhalten des Gebäudes abhängig. Mit der richtigen Konstruktion und einer Mauerdicke ab 15 cm kann das Gebäude erdbebensicher konzipiert werden. Die Erdbebensicherheit eines Gebäudes wirklichkeitsnah zu bestimmen, ist jedoch komplex und konnte bisher nur annäherungsweise berechnet werden.

promur – gemeinsam für sichere Gebäude mit Mauerwerk.

Am 1.1.10 war der KSV bei der Gründung des Vereins «promur – Erdbebensicher bauen mit Mauerwerk» dabei. Neben den Verbänden der Beton-, Ziegel- und Kalksandstein-Industrie gehören ihm auch die ETH und verschiedene Industriepartner an. Sie alle setzen sich für den zuverlässigen und realistischen Nachweis der Erdbebensicherheit von Gebäuden mit Mauerwerk ein. Da die eigentliche Standsicherheit von Mauerwerkswänden mit den herkömmlichen und manuellen Berechnungsarten wesentlich unterschätzt wurde, haben sie ein Programm für die integrale und weitgehend automatisierte Berechnung gesucht – und mit promur gefunden. promur basiert auf bewährten Statikprogrammen und kann für jede normierte Art von Mauerwerk eingesetzt werden.

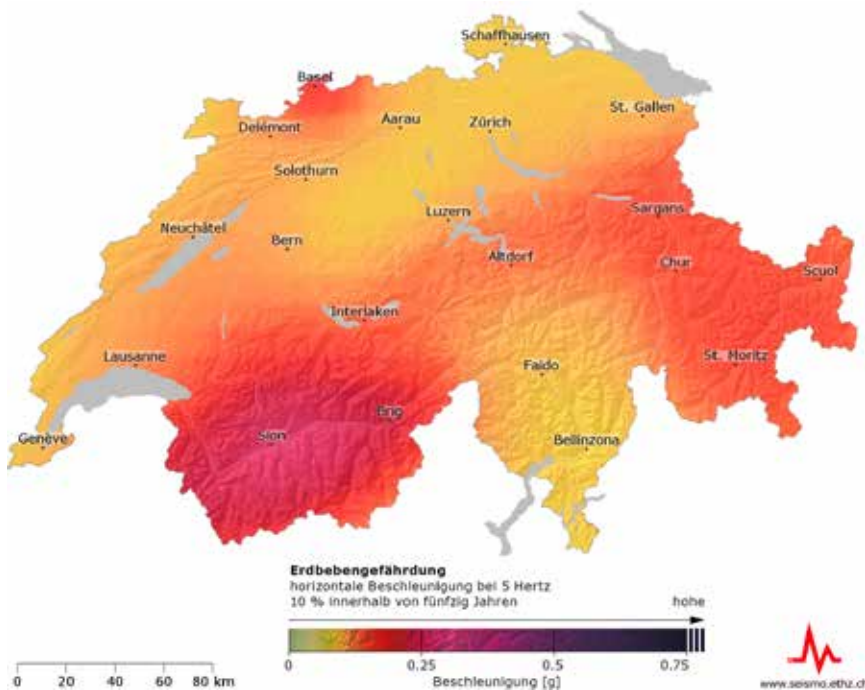
Mit promur wird das Kräftespiel sichtbar.

Mit promur wird der Widerstand von Mauerwerk integral berechnet. Es wird die Belastungsfähigkeit eines ganzen Gebäudes und nicht nur einzelner Wände abgebildet. Bei einer plastischen Verformung einer Wand, wie sie bei Erdbeben auftreten kann, übernehmen andere Wände Traglasten. Diese realistische Kraftverteilung im gesamten Gebäude wird in der sogenannten «push-over-Analyse» von promur berücksichtigt. Die wirklichkeitsnahe Simulation von Mau-

erwerksgebäuden mit promur bringt nicht nur eine Erhöhung der rechnerischen Erdbebensicherheit und ein Höchstmass an Mauerwerk, sondern hilft auch Schwachstellen oder neuralgische Punkte zu erkennen und ihnen mit entsprechenden konstruktiven Massnahmen zu begegnen.

Ein Nachweis mit promur kann bei jedem Industriepartner von promur oder direkt bei den aufgeführten Ingenieurbüros in der Schweiz, welche die promur-Erdbebennachweise erstellen, angefragt werden. Alle aktuellen Adressen und ergänzenden Informationen finden Sie unter www.erdbeben-sicher.ch.

Erdbebenzonen, Baugrundklassen und Bauwerksklassen nach SIA 261



Grundlage ist stets ein Erdbeben mit einer statistischen Wiederkehrperiode von rund 500 Jahren. Die folgenden Multiplikations-Faktoren zeigen Einflüsse auf die Stärke des Bemessungsbebens:

Erdbebenzonen	Faktor	Bauwerksklassen	Faktor
1 Starke Erdbeben selten	0.6	I «Gewöhnliche» Bauten	1.0
2 Starke Erdbeben weniger selten	1.0	II Mit grösseren Menschenansammlungen	1.2
3a Starke Erdbeben häufiger	1.3	III Mit lebenswichtiger Infrastrukturfunktion	1.4
3b Starke Erdbeben ziemlich häufig	1.6		

Baugrundklassen	Faktor (bei 1 Hz)
A Fels	1.0
B Kies/Sand dicht gelagert oder zementiert	1.5
C Kies/Sand unzementiert und/oder Moräne	1.7
D Locker gelagerte «weiche» Böden	2.6
E Alluviale Oberflächen-schichten	1.7

Input promur

Diese Angaben braucht es für eine Erdbeben-Bemessung mit promur:

1. Objekt mit eindeutiger Ortsangabe
2. Grundriss-Pläne inkl. UG, Schnitte mit Angaben von Geschosshöhen und Deckenstärken, Fassaden-Ansichten, Stärke Überzug/Dämmung auf Decken, Wandstärken Mauerwerk, bereits bestimmte betonierte Wände
3. Angaben zur Gebäudenutzung
4. Angaben zum Baugrund gemäss SIA 261, wenn möglich Auszug aus geotechnischem Bericht

Output promur

Ein promur-Erdbeben-Bemessungsbericht beinhaltet:

1. Grundlage mit allen relevanten Angaben und Beschreibung von Tragwerk, Baustoffen und angenommenen Massen
2. Stockwerkgrundrisse mit Materialisierung und aktivierten Wänden. Diese konkreten Vorschläge oder Bestätigungen können direkt für die weitere Planung übernommen werden.
3. Berechnungen mit allen detaillierten Auswertungen (Strukturdaten und Belastungen aller Wände, Berechnungen mit dem Stabmodell, Schnittkraft, Spannungsanalysen Wand-Querschnitt). Diese Angaben dienen auch für weitere Tragfähigkeitsnachweise und die Bewehrungspläne.

MIT PROMUR EIN HÖCHSTMASS AN MAUERWERK

«Erdbebensicherheit sollte Bestandteil jeder Bauplanung sein.»

Interview mit Rolf Bühler, dipl. Bauingenieur FH, Fachbereichsleiter Gebäudeerhaltung, Konstruktion + Bauwerkserhaltung bei ewp AG, Effretikon. Er berät Kunden bezüglich Erdbebensicherheit bei Mauerwerksbauten und schult promur-Lizenznehmer. promur@ewp.ch

ewp hat bereits über 80 Erdbebennachweise mit promur erstellt. Wer sind Ihre Kunden?

Architekten und Ingenieure, die für ihr geplantes Bauwerk den Erdbebennachweis möchten. Bei den Objekten handelt es sich um Einfamilien- oder Mehrfamilienhäuser. Einige Ingenieure sind unterdessen wiederkehrende promur-Kunden. Sie integrieren die promur-Analyse in ihre Konzepte und Berechnungen.

Welches ist der ideale Zeitpunkt für eine Berechnung mit promur?

Je früher die Erdbebensicherheit im Baukonzept berücksichtigt wird, desto günstiger – Materialisierung und Konstruktion können rechtzeitig optimiert werden. Die Kunden kommen häufig mit Vorprojektplänen, die wir fachtechnisch beurteilen und für die wir, wenn notwendig, Varianten vorschlagen. Falls bereits ein Ingenieur im Projekt involviert ist, sprechen wir uns mit ihm ab.

Die Angaben, welche die Grundlage für eine promur-Berechnung bilden, sind der Baugrund, die Erdbebenzone, der Gebäudezweck, die Tragkonstruktion und die Materialisierung. Es ist zudem wichtig zu wissen, wie die Decken verlaufen (Dilatationsfugen sollten wenn möglich vermieden werden) und wo Betonwände vorgesehen sind. Die promur-Berechnung geschieht meistens in mehreren Rechengängen. Je nach Objekt rechnet das Programm von 10 Minuten bis zu mehreren Stunden.

Was wird am meisten geschätzt an promur?

Dank promur erreichen wir ein Höchstmass an aktivierten Mauerwerkswänden, was gleichzeitig dem bauphysikalischen und finanziellen Anspruch gerecht wird – und dies mit dem Wissen um eine realistische Erdbebensicherheit. promur ist einfach in der Handhabung, die Darstellungen sind übersichtlich und die Resultate alle einsehbar. Der Erdbeben-Bemessungsbericht liefert dem Architekten und dem Bauinge-

nieur wichtige und zuverlässige Daten für die weitere Planung.

Welche Angaben erhalten Sie dank promur, die Sie früher vermisst haben?

promur nützt die Tragwiderstände des Mauerwerks voll aus (siehe Grafik). Mit promur können auch zwei- bis dreigeschossige Bauwerke, welche einen genügend grossen Anteil Mauerwerk besitzen, ohne zusätzliche Betonwände erdbebensicher erstellt werden. So sind wir präziser und planen die Sicherheiten ein, die es wirklich braucht.

Welche Vorteile bringt promur dem Bauherrn und mit welchen Kostenfolgen?

Erdbebensicherheit ist dank promur mit geringem Berechnungsaufwand möglich. Die Mehrkosten für erdbebensicheres Bauen betragen gemäss Bundesamt für Wasser und Geologie (BWG) generell zwischen 0 und 1 Prozent der Baukosten, wenn die Erdbebensicherheit von Anfang an berücksichtigt wird und Architekt und Ingenieur eine Miteinander-Planung anstreben. Ein Nachweis mit promur kostet rund 1500 bis 2000 Franken für ein Einfamilienhaus und 2000 bis 5000 Franken für ein Mehrfamilienhaus.

Für den Bauherrn ist promur vergleichbar mit einem gültigen Fahrzeugausweis – der vorliegende Bericht gibt ihm die Sicherheit, dass das «Fahrzeug» geprüft wurde. Einem Bauherrn eine Erdbebenbemessung vorzuenthalten, ist inkompetent. Im schlimmsten Falle könnte ein Käufer versuchen, einen Minderwert wegen vernachlässigter Sicherheit geltend zu machen. Die Haftung im Falle eines Erdbebens kann zudem zivilrechtlich nicht wegbedungen werden.

Setzen Sie promur auch bei Sanierungen ein oder nur für Neubauten?

Auch bestehende Gebäude können ertüchtigt werden, das heisst im Rahmen von Sanierungen nachträglich erdbebensicher ausgestaltet werden. Es kommt auch vor, dass Gebäudebesitzer aus Sicherheitsüberlegungen eine nachträgliche Prüfung vornehmen möchten.

Grundlagen für die Berechnung bestehender Gebäude sind vorhandene Pläne oder allenfalls Aufnahmen, welche wir unter Umständen selber vornehmen.



Wie schätzen Sie die Sensibilisierung für Erdbebensicherheit in der Schweiz heute und in Zukunft ein?

Gemäss BWG weisen 90% der bestehenden Gebäude in der Schweiz eine unbekannte und oft ungenügende Erdbebensicherheit auf. Seit der Einführung der neuen Normen SIA im Jahre 2003 findet eine zögerliche Diskussion um die Erdbebensicherheit statt. Heute haben die meisten Neubauten ein Erdbebensicherheitskonzept. Dennoch werden die Erdbebenbestimmungen der Normen SIA oft ignoriert oder nicht vollum-

fänglich eingehalten. Es ist erstaunlich, dass auf nationaler Ebene kein Nachweis oder Zertifikat verlangt wird, wie das bei Umweltstandards zum Beispiel der Fall ist.

Erdbeben in der Schweiz und vor allem in Nachbarländern erhöhen regelmässig die Angst der Auftraggeber vor Schadenfällen. Es ist denkbar, dass Gebäudeversicherungen das Thema Erdbebensicherheit vermehrt aufnehmen könnten und für die Prämienfestlegung einsetzen. Erdbebensicherheit sollte Bestandteil jeder Bauplanung sein.

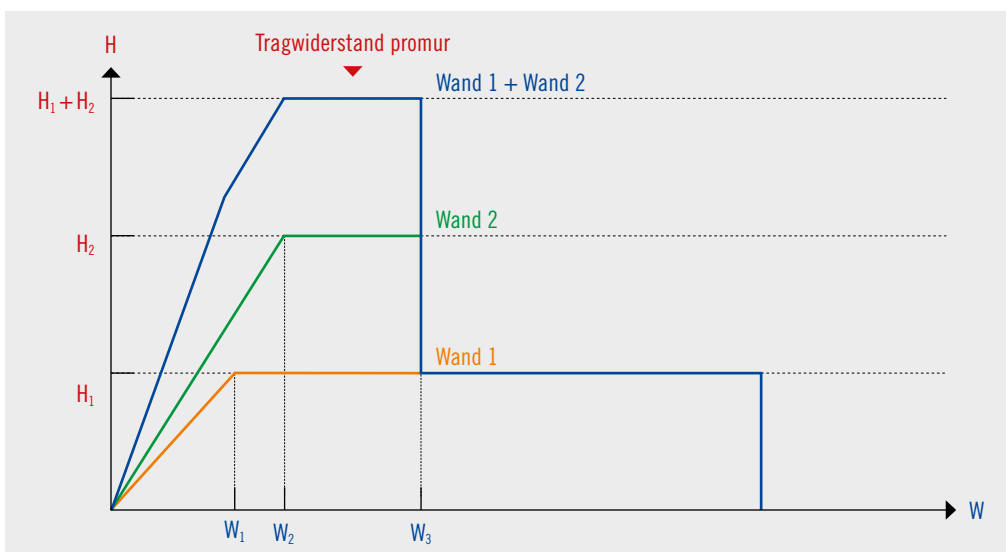
Was für promur spricht.

Mit promur sparen Sie Zeit und Kosten. Hier Ihre Vorteile auf einen Blick:

- Berechnungen mit promur entsprechen der Norm SIA 266
- Die Zeitersparnis gegenüber Handrechnungen ist beträchtlich
- Bekannte und bewährte Statik-Programme sind die Basis von promur
- Automatische Nachweisführung der Tragsicherheit
- Optimierte Gebäudekonstruktion unter Ausnutzung des vollen Potenzials von Mauerwerk
- Kombinationen mit Betonwänden sind problemlos möglich
- Gute Übersicht durch dreidimensionale Modellierung des Gebäudes, mit integrierter Erdbebenlastaufteilung
- Nachvollziehbares Tragverhalten des Gebäudes, klarer Bemessungsablauf
- Überprüfung bestehender Gebäude auch durchführbar

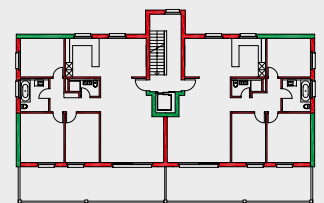
www.promur.ch

Berechnung des Tragwiderstandes mit promur

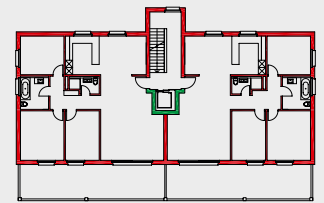


Beispiel einer Berechnung von Mauerwerk mit promur

Vorher:
Mit bisheriger Berechnungsmethode



Nacher:
Mit promur



■ Beton
■ Mauerwerk

Das Wichtigste in Kürze:

Eintretenswahrscheinlichkeit
Erdbeben CH:
1 Beben Stärke 5 alle 10 Jahre

Erdbebensicherheitsnachweis CH,
Vorschrift Norm: **SIA 261, 266**

Kosten für erdbebensicheres Bauen,
Erfahrungswert CH:
0 bis 1% der Baukosten
Kostengünstiger aber erdbebensicher
konzipieren mit Mauerwerk: **promur**

Kosten promur-Nachweis:
EFH 1500.- bis 2000.-;
MFH 2000.- bis 5000.-

UNVERSEHRTES MAUERWERK FÜR HÖHERE ERDBEBENSICHERHEIT

KS-QUADRO E erfüllt die Normvorgaben für erdbebensicheres Bauen

Ingenieure schätzen die Eigenschaften von KS-QUADRO E, bei dem die Wände nicht mehr für Elektroinstallationen geschlitzt werden müssen. So werden die hohen statischen Anforderungen bezüglich Statik und Erdbbensicherheit erfüllt. Einer schlanken und doch sicheren Konstruktion steht dank KS-QUADRO E nichts im Wege.

Das Erdbebenwiderstandsverhalten des Baustoffs Kalksandstein und der Grad seiner Schutzwirkung wurde von der Hochschule für Technik und Architektur Freiburg und der EPFL Lausanne bereits im Frühjahr 2007 untersucht. In Zusammenarbeit mit dem KSV führten Prof. Dr. René Suter und sein Team diese umfangreiche Teststudie durch. Die Resultate der Wirkungsprüfung von Mauerwerk aus Kalksandstein zeigten, dass erdbebensichere Mauerwerkselemente einen relevanten Beitrag zur Beständigkeit leisten können.

Der umfassende Nachweis der Erdbbensicherheit von Gebäuden, wie er mit promur nun möglich ist, berücksichtigt weitere Faktoren. In der Analyse werden Wandschnittkräfte, Spannungsfelder und plastische Verformungen in jeder Wand kontrolliert. Unversehrte Wandelemente wirken sich positiv auf die Stabilität aus – auch bei schlanken Mauerwerken.

Das System KS-QUADRO E erfüllt diese Anforderungen an erdbebensicheres Bauen optimal. Das statisch belastbare Kalksandstein-Mauerwerk wird nicht durch nachträgliches Sägen und Schlitzen geschwächt, weil in den Systembausteinen von KS-QUADRO E die Installationskanäle durchgehend integriert sind. So lässt sich die Planung der kompletten elektrischen Infrastruktur schnell, einfach und sauber am Bau umsetzen, was sich positiv auf Bauzeit und Arbeitskosten auswirkt. Auch nach der Fertigstellung ist man in der Lage, jederzeit Strom- oder Kommunikationsleitungen zu installieren.

KS-QUADRO E hat System

Das System KS-QUADRO E eignet sich für sämtliche Elektro-, TV-, Kommunikations- oder Sanitärinstallationen, die geschützt innerhalb der durchgehenden, lotrechten Kanäle der Systembausteine liegen. Bei einem Kanaldurchmesser

von 40 mm können gleich mehrere Elektroleitungen oder Leerrohre eingezogen werden. Ausgelegt nach dem Oktameter-Raster, erlaubt das intelligente System, Massketten im Längenraster von 12,5 cm herzustellen. Ergänzungs- und Ausgleichsteine in variablen Höhen komplettieren das System.

Der KS-QUADRO E bietet dank hoher Rohdichte und der damit verbundenen Festigkeit einen optimalen Lärm- und Schallschutz. Punkto Energieeffizienz ist der Kalksandstein absolut vorbildlich und eignet sich ideal für Passivhäuser. Mit seiner Wärmespeicherkapazität sorgt der KS-QUADRO E für ein angenehmes, ausgeglichenes Raumklima, im Sommer wie im Winter. Das System ist ausgefeilt und durchdacht, ein erfahrener Fachmann erzielt bei optimaler Baustellenorganisation beachtliche Tagesleistungen.

www.ks-quadro.ch



▲ Unversehrte KS-QUADRO E Wände mit intelligentem Innenleben.



▲ Das System KS-QUADRO E ist einfach, effizient, sicher und kräfteschonend.

Positive Resultate von promur mit KS-QUADRO E

Im Frühjahr 2010 wurden in der Region Lenzburg ein Einfamilienhaus und ein Mehrfamilienhaus in Hybridbauweise mit Holz und Kalksandstein erstellt. Das Ingenieurbüro ewp, Effretikon, hatte beide Objekte mit promur auf ihre Erdbbensicherheit geprüft. Dank der hohen Stabilität von **KS-QUADRO E** und der Berechnung mit promur konnte eine schlanke Konstruktion mit Materialwechsel realisiert werden. Beim einen Objekt waren schlanke Aussenwände in Kombination mit Massivholz möglich. Die Berechnung für das Einfamilienhaus hatte gezeigt, dass mit KS-QUADRO E die nötige starke Dämmung erreicht wurde, um Minergie P[®]-Standard zu erreichen.

MIT PROMUR BIETEN DIE SCHWEIZER MAUERWERKSPARTNER DIE LÖSUNG FÜR DEN ZUVERLÄSSIGEN UND REALISTISCHEN NACHWEIS DER ERDBEBENSICHERHEIT VON GEBÄUDEN MIT MAUERWERK AN.

WWW.PROMUR.CH



Für Auskünfte und weitere Informationsunterlagen:



Verband Schweizer Kalksandstein-Produzenten, Postfach 432, 3250 Lyss,
Telefon 032 387 92 00, info@kalksandstein.ch

www.kalksandstein.ch