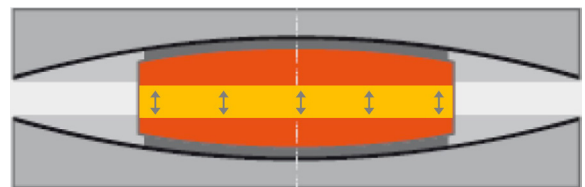
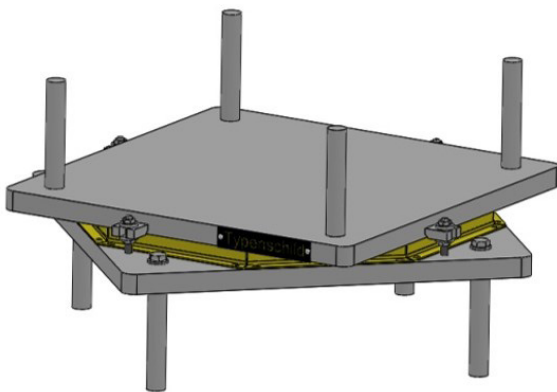
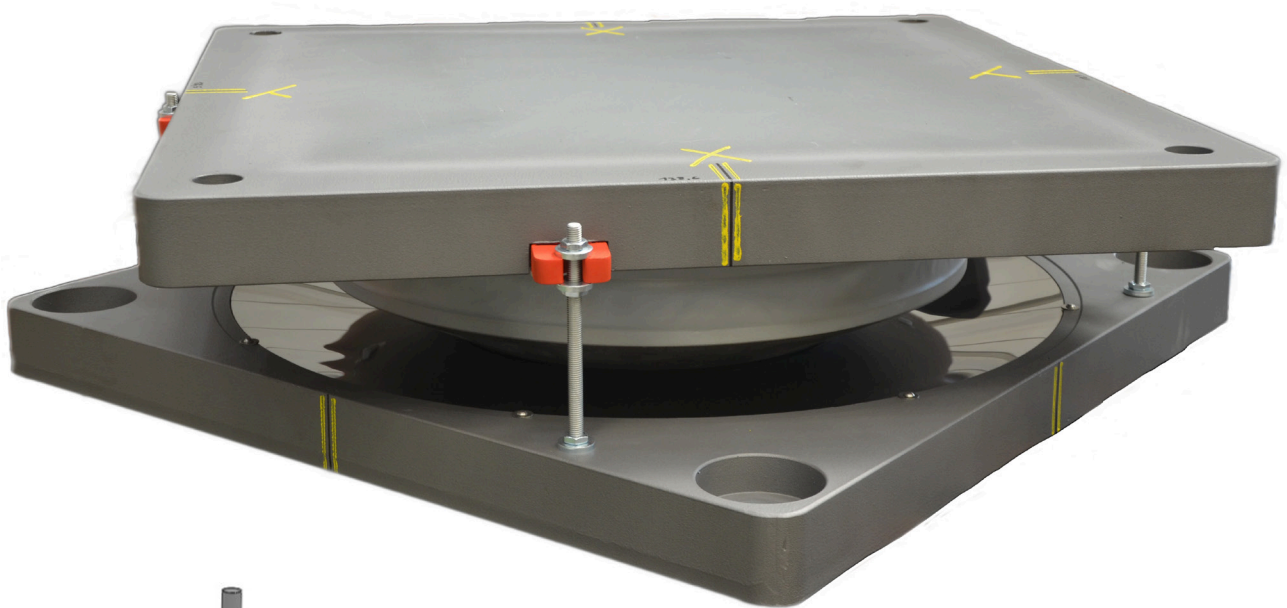


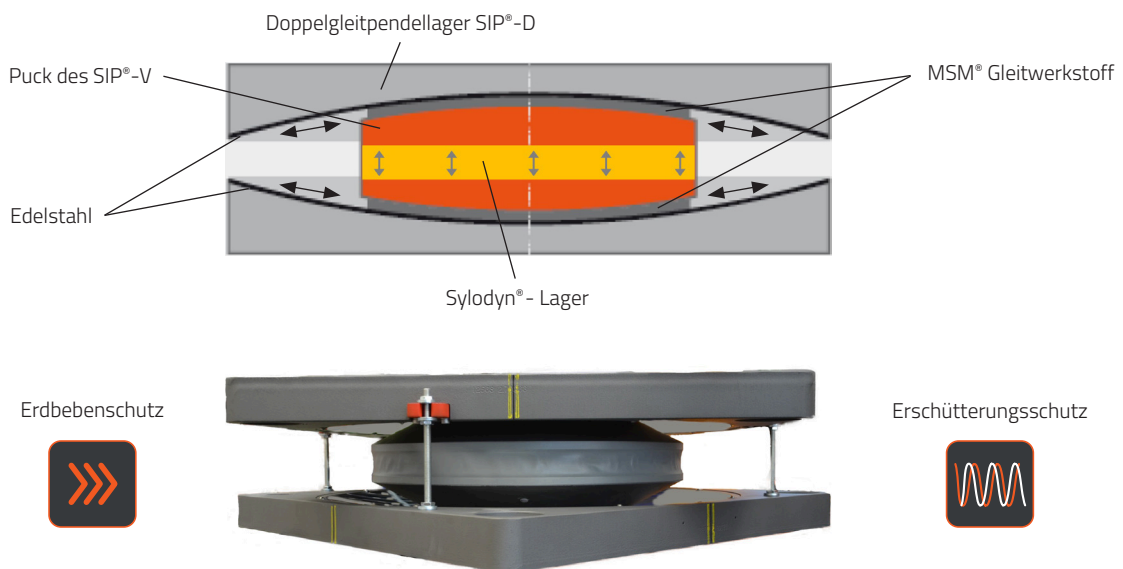
**MAURER Gleitpendellager  
mit integriertem Erschütterungsschutz  
SIP®-V**  
Sicherheit trifft Komfort



Das SIP®-V Gleitpendellager ist eine Kombination aus Erdbeben- und Erschütterungsschutz, bei dem der Puck des klassischen Doppelgleitpendellagers SIP®-D mit einem darin eingebetteten Lager des dynamisch hochwirksamen Werkstoffs Syلودyn® ausgestattet ist. Die horizontale Erdbebenisolierung wird individuell durch den effektiven Radius der Hauptgleitflächen und die Reibung der Gleitpaarung Edelstahl gegen Gleitwerkstoff MSM® in Abhängigkeit von der Erdbebenintensität

justiert. Mechanisch präzise bearbeitete Oberflächen und zugelassene Gleitpaarungen garantieren hervorragende Eigenschaften und höchste Lebensdauer. Der 3D-Erschütterungsschutz respektive die Isolierung des Bauwerks vor Mikroschwingungen des Erdbodens durch Verkehr und Baumaschinen wird durch das eingebettete Syلودyn®-Lager mit der vertikalen natürlichen Frequenz 8 - 12 Hz und dem effektiven Dämpfungsmaß 5 % sichergestellt.

### Schematische Darstellung SIP®-V



### Merkmale

- Horizontale Entkopplung des Bauwerks vor Erdbebenanregung
- 3D-Entkopplung des Bauwerks vor Erschütterungen durch Verkehr und Maschinen
- Erdbeben-induzierte Bauwerksbeschleunigungen/-schubkräfte werden um Faktor 2-5 reduziert
- Getestetes System mit langjährig bewährten und zugelassenen Werkstoffen
- Lebensdauer mehr als 50 Jahre
- Einfache Installation
- Komplettlösung aus einer Hand

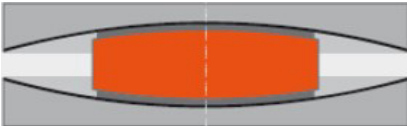
### Vorteile

- „2-in-1-System“: Optimaler gleichzeitiger Schutz des Bauwerks und dessen Inhalt bzw. Ausstattung vor Erdbeben und ambienten Erschütterungen
- Höchster Nutzerkomfort & Lebensqualität durch Vermeidung von Erschütterungen und sekundärem Luftschall
- Keine oder nur geringe Schäden nach dem Erdbeben mit niedrigen Lebenszykluskosten
- Schutz sensibler Ausstattung vor Vibrationen und Steigerung des Immobilienwerts

## Erdbebenschutz

Als Basis für das SIP®-V wird das seit 2004 eingesetzte Doppelgleitpendellager (MAURER SIP®-D), mit zwei Hauptgleitflächen und dem verschleißarmen Gleitmaterial MSM® für den Erdbebenschutz verwendet. Diese Erdbebenisolatoren können für Vertikallasten von

bis zu 200 MN oder mehr und Bewegungen im Bereich von +/-1000 mm und mehr hergestellt werden. Weitere Informationen sind in der Broschüre „MAURER Seismic Protection Systems“ zu finden.



### >> Merkmale

- Präzise bearbeitete Oberflächen und zugelassene Gleitpaarung
- Elastoplastisches Verhalten des 8 mm dicken Gleitmaterials MSM®
- Kein Versagen selbst bei maximaler Bewegung kombiniert mit maximaler Vertikallast



### >> Vorteile

- Kein Verschleiß, auch nach 3 Bemessungserdbeben
- Dauerhafte Zuverlässigkeit und Rückzentrierung
- Stabiles Verhalten, kein Knicken oder Kippen
- Stabile Steifigkeit und verlässliches Dämpfverhalten mit geringsten Toleranzen
- Lebensdauer mehr als 50 Jahre
- Einfache Installation

### >> Versuche

Exzessive Erdbebentests an zertifizierten und notifizierten Prüfinstituten wie CALTRANS (San Diego, USA) und EUCENTRE (Pavia, Italien).

Die Tests wurden nach unterschiedlichen Normen, unter anderen nach EN15129, AASHTO, ASCE erfolgreich abgeschlossen.



### >> Anwendung eines SIP®, Neues Akropolis Museum in Athen

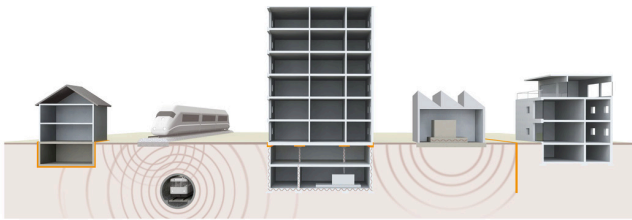
- Individuelle Anpassung an Belastung, Isolationsperiode und Dämpfung
- Hohe Lebensdauer ohne Schäden an Struktur und Isolator



## Erschütterungsschutz

Zur Isolierung von Bauwerken vor Anregungsquellen aus nahegelegenen Verkehrswegen wird der Werkstoff Sylodyn® der Firma Getzner Werkstoffe GmbH weltweit bereits seit mehr als 25 Jahren erfolgreich eingesetzt. Sylodyn® ist ein geschlossenzelliges Elastomer mit ausgeprägten dynamischen Eigenschaften, welche sich hervorragend zur 3D-Erschütterungsisolierung eignen

und somit störende Vibrationen und sekundären Luftschall effektiv verhindert. Die Sylodyn® HRB HS-Typen für maximale Belastungen bieten Hochleistungsschwingungsschutz auf kleinstem Raum und sind damit besonders für den Einsatz im Gleitpendellager SIP®-V geeignet. Genaue Produktspezifikationen sind auf Anfrage dem entsprechenden Werkstoffdatenblatt zu entnehmen.



**Sylodyn®** wird überwiegend bei Bahnprojekten, Gebäuden und Maschinen als Schallisolierung eingesetzt.

### >> Merkmale

- Ausgeprägte Federeigenschaften ohne Kriechen aufgrund geschlossenzelliger Porenstruktur
- Einsatzbereich unter ständigen Lasten bis 30 N/mm<sup>2</sup> und im Traglastfall bis 52 N/mm<sup>2</sup>
- Sehr geringe Amplitudenabhängigkeit
- Versteifungsfaktor ( $k_{dyn}/k_{stat}$ ) von 1,3 bis 2,0

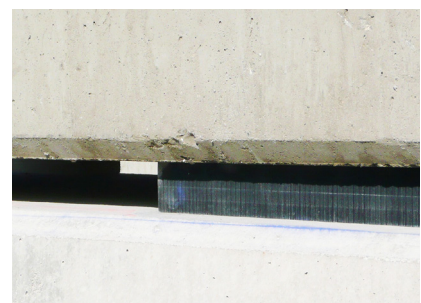


### >> Vorteile

- Extreme Dauerfestigkeit und nachgewiesenes, kaum veränderliches Langzeitverhalten
- Horizontales und vertikales, annähernd lineares und statisches Steifigkeitsverhalten
- Einhaltung internationaler Komfortkriterien
- Wartungsfrei
- Ein Bauteil mit vollständiger Integration in das Doppelgleitpendellager
- Lebensdauer mehr als 50 Jahre

### >> Anwendungen von Sylodyn®, Musikhalle in Helsinki

Speziell ausgelegt auf Geometrie, Belastung und geforderte Isolierwirkung.

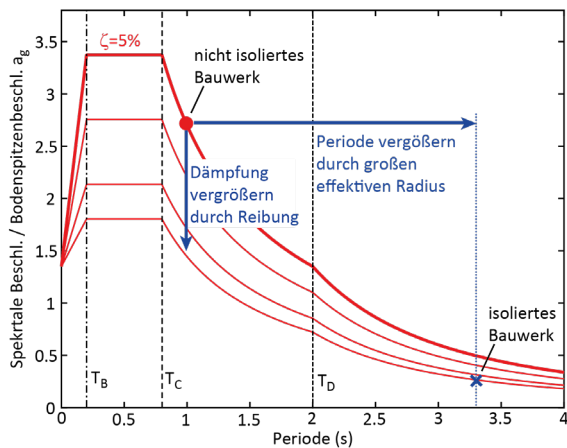


## Dimensionierung und Nachweise für das SIP®-V

Die MAURER Gleitpendellager mit integriertem Erschütterungsschutz SIP®-V werden anhand der vorliegenden Spezifikationen für Erdbeben- und Erschütterungsschutz als ein Bauteil ausgelegt.

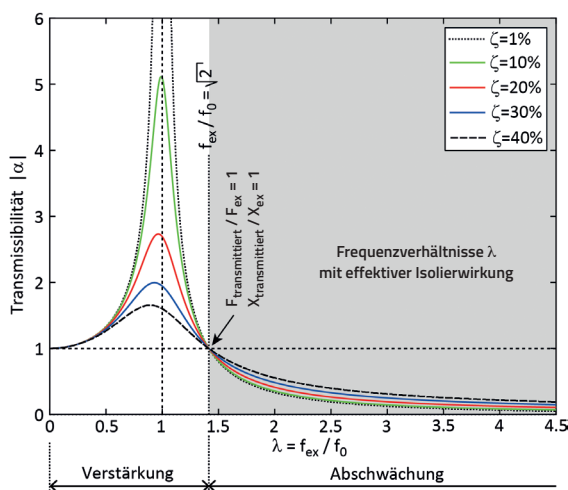
### Notwendige Daten für die Auslegung des SIP®-V:

- Vertikale permanente Last, maximale vertikale Last unter Erdbebeneinwirkung und maximale Traglast des Isolators
- Horizontales Antwortspektrum oder kompatible Akzelerogramme
- Zulässige Stockwerksbeschleunigungen (PFA Peak Floor Acceleration) und zulässige Schubkraft des Erdbebenisolators (Base Shear) für das Bemessungserdbeben
- Windlast
- Vertikale natürliche Frequenz  $f_0$  der Erschütterungsisolierung



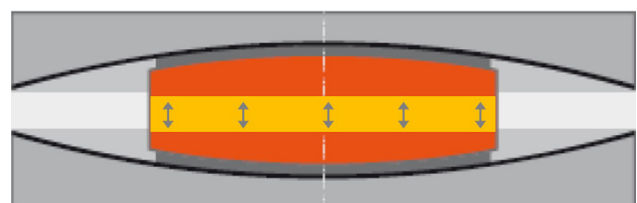
### Schritt 1: Auslegung der horizontalen Erdbebenisolierung mittels Modaler Analyse oder nicht-linearer Zeitschrittanalyse durch MAURER

Basierend auf dem Antwortspektrum resp. kompatiblen Akzelerogrammen optimiert MAURER die Gleitpendellager mittels linearer Modalanalyse oder nicht-linearer Zeitschrittanalyse. Somit kann das geforderte Erdbebenverhalten (max. Base Shear, max. PFA) des Bauwerks, unter Berücksichtigung der im Gleitpendellager abzutragenden Windlast, erreicht werden.



### Schritt 2: Auslegung des integrierten Erschütterungsschutzes

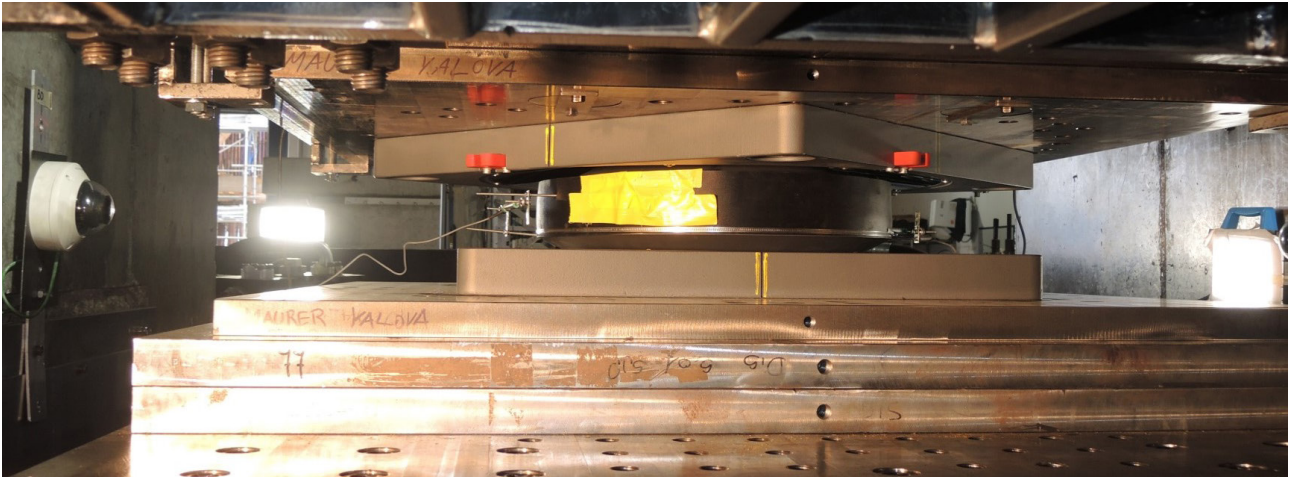
Verkehr und Maschinen führen zu Vibrationen des Baugrundes. Bodenvibrationen mit hoher Intensität treten häufig bei Frequenzen oberhalb von 17 bis 20 Hz auf. Die links dargestellte Grafik zeigt, dass die Erschütterungsisolierung ab dem Frequenzverhältnis  $\sqrt{2}=1,4$  zwischen der anregenden Bodenvibration  $f_{ex}$  und der natürlichen Frequenz  $f_0$  des erschütterungs isolierten Bauwerks wirksam wird. Der Erschütterungsschutz wird mit zunehmender Erregerfrequenz immer effizienter. Die natürliche Frequenz des mit SIP®-V isolierten Bauwerks wird meistens auf 8 bis 12 Hz abgestimmt.



SIP®-V in Mittelstellung

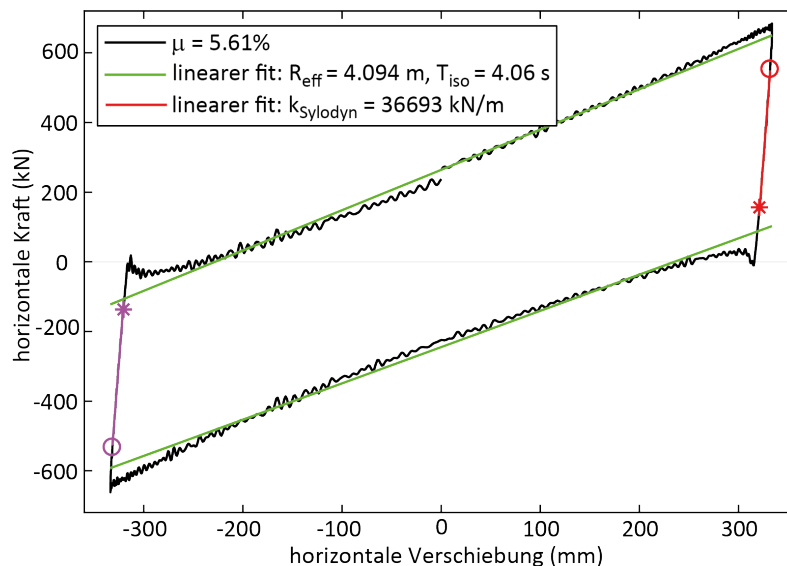
## Versuche

Die Versuche wurden am Prüfinstitut EUCENTRE in Pavia gemäß der EN 15129 durchgeführt. Die Parameter der Schwingungsdämpfung, d.h. natürliche Frequenz, effektive Dämpfung und Tragfähigkeit wurden nachgewiesen.

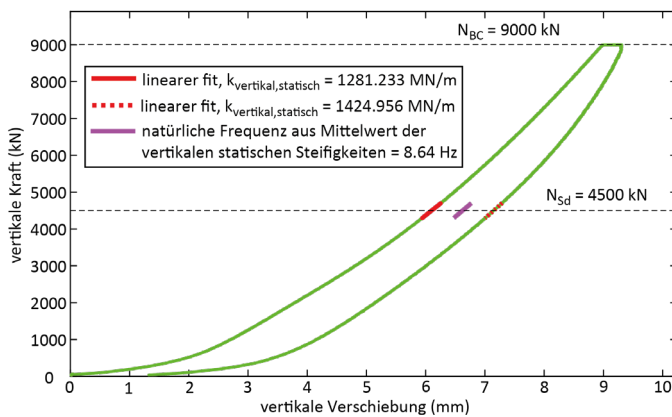


## Versuchsergebnisse

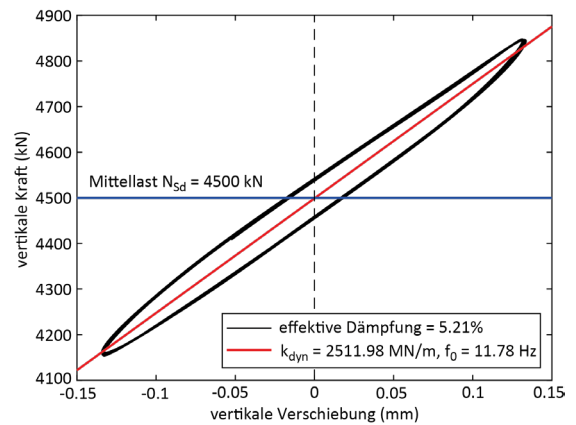
Horizontales Kraft-Weg-Diagramm des SIP®-V unter 4500 kN vertikaler Last und horizontaler Verschiebung  $d_{bd} = \pm 330$  mm



- Das Sylodyn® Lager reduziert die horizontale Steifigkeit ( $\approx 37$  kN/mm; rot und violett in Grafik) vor dem Gleiten. Diese elastische, horizontale Verformung von 5-10 mm verringert ruckartige Anfahrereffekte bzw. Anfahrbeschleunigungen in der Struktur. Die experimentell bestimmte natürliche vertikale Frequenz der Schwingungsisolierung liegt im Mittel bei 11,5 Hz, was sehr nahe am Auslegungswert von 12 Hz ist.
- Wirkungsvolle Abminderung der horizontalen Erdbebenbeschleunigung um Faktoren 2,5 bis 5 im Vergleich zum Bauwerk ohne Basisisolation. Selbst bei starken Erdbeben sind so Schäden am Bauwerk, dessen Inhalt und am SIP®-V ausgeschlossen.



Vertikale Einsenkung bis zur max. Traglast



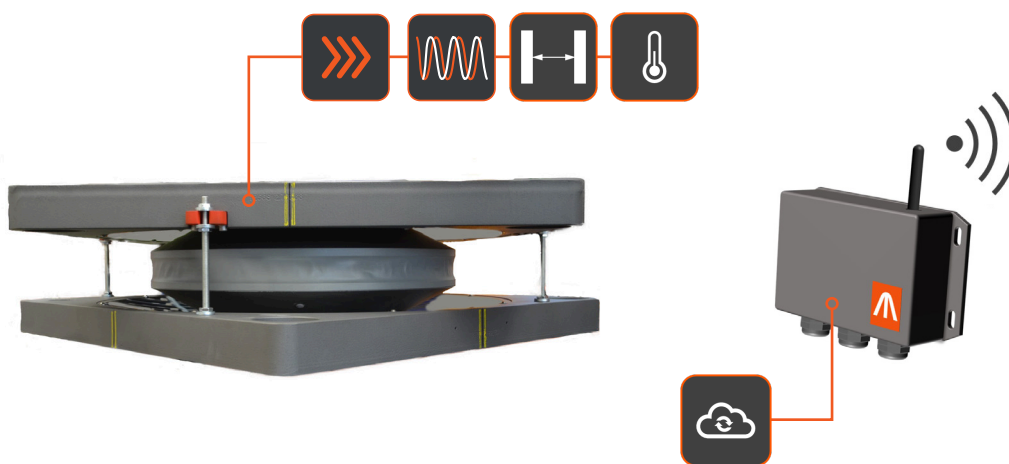
10 Hz bei  $\pm 360$  kN Schwingungslast

- Bei der vertikalen Designlast  $N_{Sd}$  von 4500 kN inklusive Betriebslasten zeigt der Test ein lineares Steifigkeitsverhalten (in der linken Grafik rot dargestellt), was eine effiziente Erschütterungsisolierung bewirkt.
- Die vertikale natürliche Frequenz  $f_0$  ist im Bereich von 8 bis 12 Hz einstellbar; die Dämpfung von 5% (siehe Grafik, rechts) führt zu einer sehr wirksamen Schallisolierung im hörbaren Frequenzbereich des sekundären Luftschalls.
- Das vertikale Federverhalten bzw. das vertikale Einsenken unter Last gewährleistet eine gleichmäßige Lastverteilung auf alle Lager innerhalb des Gesamtbauwerks.

## Monitoring

MAURER bietet bei Bedarf ein Monitoring an, welches projektbezogen konfiguriert wird. Folgende Daten können auf einer Onlineplattform oder direkt am Lager zur Verfügung gestellt werden.

- Triaxiale Beschleunigungen bei Erdbeben
- Räumliche Eigenfrequenz im Betriebszustand
- Horizontale biaxiale Verschiebungen des Isolators bei Erdbeben
- Temperatur des Bauwerks



## Referenz für SIP®-V mit Sylodyn®

### BioSens Forschungsgebäude für nachhaltige Landwirtschaft in Novisad/Serbien

Der 3D-Erschütterungsschutz muss den kontinuierlichen Betrieb der sensitiven Laborausstattung ermöglichen. Der Erdbebenschutz muss Schäden an der Laborausstattung und am Bauwerk verhindern. So mussten die eingesetzten Lager Schwingungen von mindestens 15 Hz abschirmen und 0,2 g horizontale Erdbebenbeschleunigung des ungeschützten Bauwerks um mindestens den Faktor 2 reduzieren.

#### Spezifikation

- Max. Auflast von 4000 kN
- Max. horizontale Erdbebenbewegung  $d_{Ed} = \pm 100$  mm
- Horizontale Pendelperiode  $T = 2,84$  s bei Erdbeben
- Auf Bemessungserdbeben optimierte Reibdämpfung
- Beschleunigungen des Bauwerks liegen zwischen 0,03 g bis max. 0,1 g
- Natürliche vertikale Frequenz des 3D-Erschütterungsschutzes  $f_0 = 10$  Hz
- Lagergröße SIP®-V beträgt 650 x 650 x 210 mm

