



**KISTLER**

measure. analyze. innovate.

## Weigh-In-Motion

Lineas®  
WIM Sensor  
mit  
Quarztechnik

# Lineas<sup>®</sup> – WIM-Technik für den rollenden Verkehr

Wenn es um die Überwachung von Strassenbelastungen geht, steht heute in zunehmendem Masse nicht nur das Bruttogewicht des Fahrzeugs, sondern auch die Achs- und die Radlast im Mittelpunkt. Die Behörden haben ein berechtigtes Interesse daran, Fahrzeuge mit zu hohen Achslasten aufzuspüren.

## Strassenschäden durch überladene Lkws

Schwere Fahrzeuge – und besonders Lkws – belasten die Strasseninfrastruktur, denn zwischen Achslast und Strassenschäden besteht eine exponentielle Beziehung. Der Hauptfaktor, der die Reparatur- und Wartungsanfälligkeit von Strassen beeinflusst, ist zwar zunächst einmal die Zahl der Lkws; Lkws mit Achslasten über den gesetzlich festgelegten Grenzwerten verursachen jedoch einen unverhältnismässig hohen Anteil an Schäden. Darüber hinaus ist es wahrscheinlich, dass das Überladen einzelner oder mehrerer Achsen oder des gesamten Fahrzeugs auch die Verkehrssicherheit beeinträchtigt.

## Statistiken

Lineas liefert u.a. statistische Daten über die Anzahl der Fahrzeuge pro Stunde, die Fahrzeugklassifikation, den Ladezustand der Fahrzeuge (ob leer oder voll), Achszahl und -abstand, die Geschwindigkeit der Fahrzeuge und die Abstände zwischen ihnen.

## Erkennen überladener Fahrzeuge

- Vorauswahl  
Eine WIM-Station ein paar Kilometer vor einer statischen Waage prüft jedes Fahrzeug. Überladene Lkws werden zur Inspektion und zum statischen Wiegen von der Strasse genommen.
- Durchsetzen der Gewichtslimiten  
Die Einhaltung der Gewichtslimiten wird mit Hilfe von Hochgeschwindigkeits-WIM in Kombination mit Video-/Festbildkameras überprüft.
- Brücken- und Bautenschutz  
Übergewichtige Fahrzeuge werden daran gehindert, Brücken mit Gewichtsbeschränkung zu überqueren. Solche Messungen können für den Gesetzesvollzug mit Video-/Festbildkameras kombiniert werden.

## Strassen mit gewichtsabhängiger Verkehrsabgabe

Dieses System dient zum Messen von Fahrzeugen im Hinblick auf eine gewichtsabhängige Verkehrsabgabe (Maut). In Zukunft werden diese Beträge von der Beanspruchung durch den Strassenbenutzer abhängig sein, d.h. sie werden nach Gewicht anstatt nach Klassifikation erhoben. Ein voll beladener Lkw kostet mehr als ein leerer Lkw, weil er die Infrastruktur einem weitaus höheren Verschleissgrad aussetzt.

## Strassenforschung

Das System wird auch für Forschungsarbeiten über die Auswirkungen von Strassenverkehr auf Fahrbahnen eingesetzt.

## Fahrbahnmanagementsystem (Pavement Management System)

Der Entscheidungsprozess soll den Behörden dabei helfen, Probleme durch vernünftige Wartung zu verhüten sowie Schäden rechtzeitig und kostengünstig zu diagnostizieren und zu reparieren.

Das System setzt sich aus einer umfassenden Datenbank sowie historischen Informationen über Belagszustand, Struktur und Verkehr zusammen, sowie verschiedenen Hilfsmitteln, um den aktuellen und zukünftigen Belagszustand zu bestimmen, den Finanzbedarf vorherzusagen sowie Projekte zur Belagserhaltung festzulegen und nach Priorität zu ordnen.





# Der Lineas<sup>®</sup>-Quarzkristallsensor

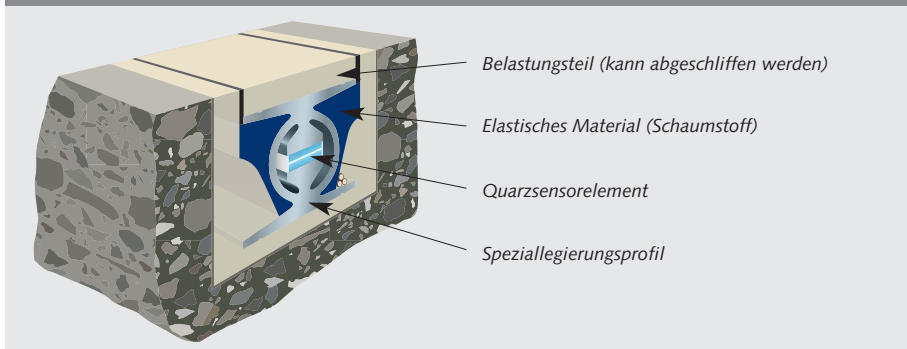
Der Lineas-Sensor ist ein robuster, zuverlässiger und wartungsfreier Quarzsensord, der Präzision, Stabilität und lange Lebensdauer gewährleistet und alle Geschwindigkeitsbereiche, von Schrittgeschwindigkeit bis Autobahngeschwindigkeit, abdeckt.

## Leichte Montage, hohe Genauigkeit, lange Stabilität

Lineas ist der einzige Sensor, der mit dem Belag bündig geschliffen werden kann, wenn dieser Risse oder Spurrillen aufweist. Dank seines modularen Aufbaus lässt sich Lineas leicht an Breite und Oberfläche der Strasse anpassen.

Der Lineas-Sensor arbeitet mit höchster Genauigkeit, vom eiskalten Island bis zur heißen Wüste von Qatar, von den Schweizer Alpen bis nach Florida. Da die Temperaturabhängigkeit mit weniger als 1% über einen Temperaturbereich von 50 °C vernachlässigbar ist, reicht eine Kalibrierung pro Jahr häufig aus. Dies spart dem Betreiber Zeit und Geld. Da der Sensor vollständig mit dem Fahrbahnbelag vergossen wird, kann er sich nicht lösen, und daher ist keine zusätzliche Wartung erforderlich. Dies ist ein wichtiger Sicherheitsfaktor.

## Querschnitt durch den Sensor



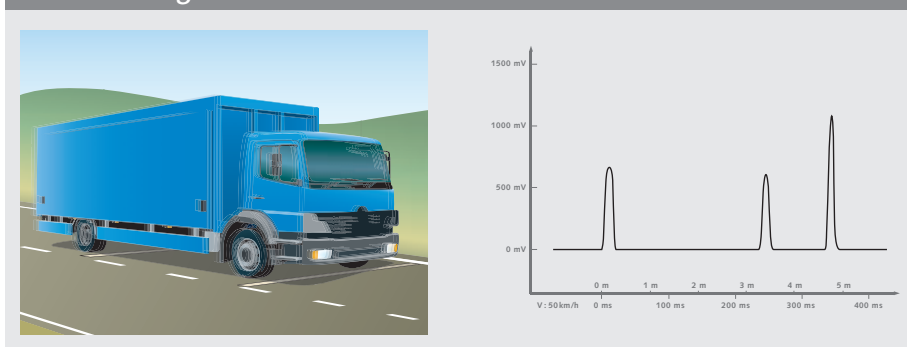
## Wie funktioniert der Lineas<sup>®</sup>-Sensor?

Ein über den Lineas-Sensor rollendes Rad beaufschlagt die Quarzkristalle im Sensor mit vertikalen Kräften, praktisch ohne ihn dabei zu verformen. Die piezoelektrischen Quarzscheiben erzeugen eine elektrische Ladung proportional zu den beaufschlagten Kräften. Die piezoelektrische Empfindlichkeit ist praktisch unabhängig von Temperatur, Zeit und Geschwindigkeit. Die elektrischen Ladungssignale werden von einem Ladungsverstärker in exakt

proportionale Spannungen umgewandelt, die nach Bedarf weiter verarbeitet werden können.

Die Genauigkeit der gemessenen Radlast wird von Reifentyp, -zahl oder -druck nicht beeinflusst. Bei Zwillingsreifen misst der Lineas-Sensor ein Signal und drückt es als eine Radlast aus, die gleich der Summe von beiden Radlasten ist. Die Genauigkeit der Messung wird durch Lkw- oder Pkw-Reifen mit normalen Laufflächenmustern nicht beeinträchtigt.

## Lineas<sup>®</sup>-Signale



## Lineas<sup>®</sup>-Merkmale

### Genauigkeit

- + Quarzsensord – d.h. keine Signaldrift
- + Von lateralen Kräften abgekoppelt – d.h. es erscheinen keine Geisterachsen
- + Gleichförmige Empfindlichkeit – d.h. von der Überfahrtsstelle unabhängig
- + Vernachlässigbarer Temperatureinfluss – d.h. weniger als 1% über einen Temperaturbereich von 50 °C
- + Breiter Messbereich – d.h. Fahrräder werden so genau gewogen wie schwere Fahrzeuge
- + Messung bei jeder Geschwindigkeit – d.h. von Schritt- bis Autobahngeschwindigkeit

### Beständigkeit

- + Quarz hat absolut stabile elektrische und mechanische Eigenschaften – d.h. keine Probleme mit Materialermüdung oder Alterung

### Installation

- + Schnelle und leichte Montage auf der Strasse – d.h. keine schweren Maschinen erforderlich

### Wartung

- + Lineas ist der einzige Sensor, der bei Rissen oder Spurrillen auf der Fahrbahn bündig geschliffen werden kann

### Flexibilität

- + Modularer Aufbau: Längen von 0,75 m und 1,00 m anpassbar an jede Strassenbreite
- + Elastische Eigenschaften stimmen eng mit jenen von Strassenbelagsmaterialien überein

### Sicherheit

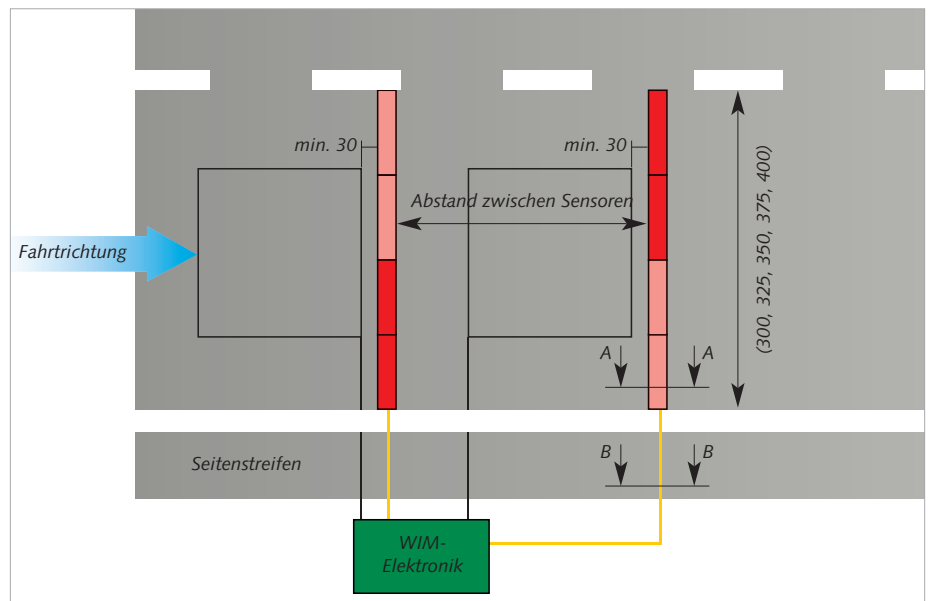
- + Stabile Befestigung in der Strasse – ohne Schrauben oder Bolzen

➔ Weitere Produktinformationen sind in den Datenblätter für die Typen 9195E, 5153A oder 5038A2Y43 enthalten

# Aufbau einer WIM-Station

Die Lineas-Sensoren sind in Längen von 0,75 m und 1,00 m erhältlich, sodass sie gemeinsam die volle Breite einer Spur oder einer Strasse abdecken können. Gewöhnlich decken vier Sensoren eine Spur ab, während zwei Lineas-Sensoren üblicherweise parallel zu einem einzelnen Kanal verbunden und dem Ladungsverstärker vorgelagert werden. So lassen sich die rechte und die linke Radlast separat messen.

Standardmässiges WIM-System – 2 Reihen von 4 Lineas-Sensoren



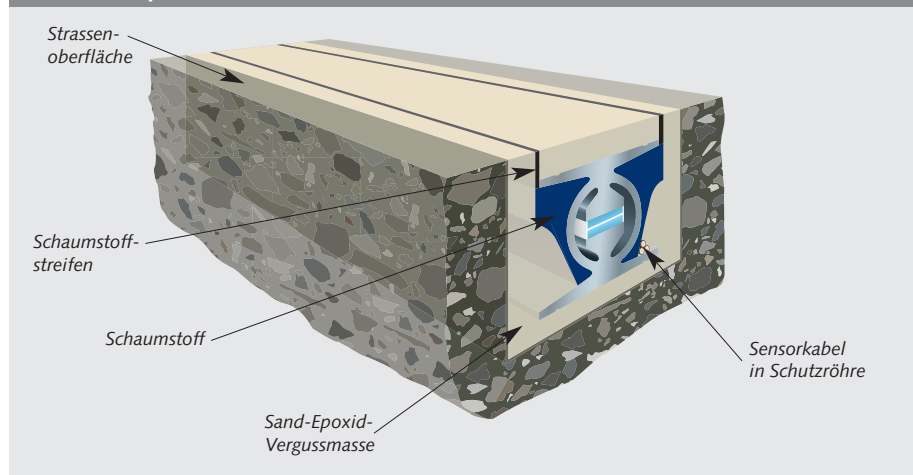
 Lineas-Sensor

 Induktionsschleifen

 Sensorkabel

Alle Abmessungen in cm

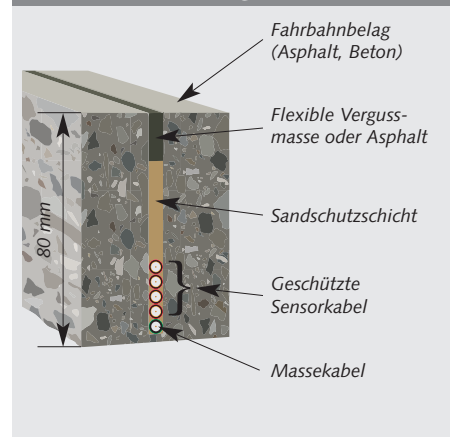
☐ Sensorquerschnitt (A-A)



## Sensorquerschnitt

Die Sensoroberfläche hat eine 10 mm dicke Deckschicht aus demselben Material wie die Vergussmasse. Da die Sensoren vollständig in der Vergussmasse eingebettet sind und ohne Schrauben oder andere mechanische Mittel festgehalten werden, ist keine zusätzliche Wartung erforderlich.

☐ Querschnitt durch die Verkabelung (B-B)



## Querschnitt durch die Verkabelung

Ein 7 mm oder 8 mm breiter Schlitz mit einer Tiefe von mindestens 80 mm wird in den Belag geschritten. Die Sensorkabel werden dann in den Schlitz gelegt. Sie müssen mit einem Fugenfüller oder einem ähnlichen Material fixiert werden, bevor der Kabelschlitz mit einer flexiblen Vergussmasse oder Asphalt aufgefüllt wird.

# Montage einer WIM-Station

Die Montage von Lineas-WIM-Sensoren ist schnell und einfach und erfordert nur ein paar Schritte. Je nach den Umgebungstemperaturen braucht die Spur gewöhnlich nur für 6 bis 8 Stunden gesperrt zu werden. Die einzige benötigte schwere Maschine ist die Belagsschneid- oder -fräsmaschine.

Kistler schult und überwacht die Montageingenieure, bis sie für die Kistler-Zertifizierung bereit sind.

## Kalibrierung

Nach Montage und Anschluss der Sensoren und Geräte kann die Station nach einer Wartezeit von mindestens 3 Tagen kalibriert werden.



## Inbetriebnahme

Wenn die Kalibrierungsergebnisse in den erforderlichen Toleranzbereich fallen, wird die Funktion des Systems umfassend geprüft. Falls alles gemäss den Spezifikationen und Anforderungen funktioniert, wird das System dem Endbenutzer übergeben.

## Betrieb

In dieser Phase überwacht, sammelt und überträgt das System Daten gemäss den Anforderungen.

## Wartung

Kistler empfiehlt eine regelmässige Inspektion der Sensoren und der umliegenden Fahrbahn und Ausrüstung.

## Schneiden der Fahrbahn

In die Fahrbahn, ob aus Asphalt oder Beton, muss ein Schlitz mit einer Tiefe von 55 mm und einer Breite von 72 mm geschnitten oder gefräst werden. Trockenfräsen wird empfohlen.



## Reinigen des Schlitzes

Das Belagsmaterial zwischen den Schnittkanten muss beseitigt werden, so dass eine Öffnung von 55 mm x 72 mm entsteht. Der Schlitz muss trocken und frei von losem Material sein, bevor er vergossen werden kann.



## Montage des Sensors

Lineas-Sensoren müssen in einer sauberen und trockenen Umgebung zu einer Reihe montiert werden. Dies erfolgt gewöhnlich in einer Werkstatt, einem Warenlager oder einem anderen Gebäude.



## Vergiessen

Die Kistler-Vergussmasse muss sorgfältig gemischt und dann in einen trockenen, sauberen und geraden Schlitz gegossen werden.



## Platzieren der Sensorreihe

Die montierte Sensorreihe wird vorsichtig in die Vergussmasse gesenkt. Überschüssige Vergussmasse wird dann abgewischt, und die Sensoren werden mit Gewichten beschwert, um die Sensorreihe zu fixieren.



## Schleifen

Nach dem vollständigen Erhärten der Vergussmasse müssen die Sensoroberfläche und die Vergussmasse abgeschliffen werden, sodass eine Oberfläche entsteht, die mit der umliegenden Fahrbahnoberfläche vollkommen bündig ist.





# Zuverlässige Messungen weltweit

## Statistische Daten

WIM-Statistiken werden für Provinzstrassen in den Niederlanden erhoben. Daten werden per GSM übertragen. Es wird nur ein Reifen gemessen und angenommen, dass die Last gleichmässig innerhalb derselben Achse verteilt ist.



Provinzstrassen, Niederlande

## Statistik und Vorauswahl

Im Gotthard-Tunnel sind in jeder Fahrtrichtung zwei Reihen von Lineasensoren verlegt, um alle nach Norden und Süden fahrenden Fahrzeuge zu überwachen. Die Fahrzeuge werden dann dahinter auf statischen Waagen gewogen. Der Vollzug ist dann eine Angelegenheit der Behörden.



Gotthard-Tunnel, Schweiz

## Mauterhebung

Für das «Shadow Toll System» auf der Autobahnverbindung M1-A1 wurde einem privaten Vertragsnehmer für eine vereinbarte Zeitperiode eine Konzession auf einer DBFO-Basis (Design, Bau, Finanzen und Betrieb) erteilt.

Ein besonderes Merkmal des Systems ist, dass die Behörden den Vertragsnehmer auf jährlicher Basis je nach dem Verkehrsaufkommen auf dieser Strasse bezahlen. Die Bezeichnung «Shadow Tolling» (Schatten-Mauterhebung) erhielt das System, weil es keine eigentlichen Mautstellen gibt und die Benutzer den Betreibern die Gebühren nicht tatsächlich bezahlen.



A1 Yorkshire Link, England

## Vorauswahl

Schwere Kraftfahrzeuge werden von der Strasse geholt und an der WIM-Station gemessen. Ein grünes Licht bedeutet «zurück zur Strasse», während ein rotes Licht bedeutet, dass das Fahrzeug auf der statischen Waage nochmals gewogen werden muss, worauf eventuell notwendige Vollzugmassnahmen erfolgen.



Abu Samra, Qatar

## Strassenforschungen

Zwei zusätzliche Spuren neben der eigentlichen Strasse wurden für Fahrbahnuntersuchungszwecke mit Lineasensoren ausgestattet. Zu bestimmten Zeiten wird der Verkehr umgeleitet, um die Fahrbahnbelastung sowie andere Verkehrs- und Konstruktionsdaten zu erheben.



Incheon, Korea

## Weigh-In-Motion bei hohen Geschwindigkeiten

Alle vom Hafen Nagoya kommenden Fahrzeuge werden unabhängig von ihrer Geschwindigkeit dynamisch mit einem hohen Mass an Genauigkeit gemessen, um zu prüfen, ob sie überladen sind. Gleichzeitig werden die Fahrzeuge klassifiziert.

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass die Anforderungen des Endbenutzers vollständig erfüllt werden.



Highway Route 23 in Nagoya, Japan

### Brückenschutz, Durchsetzung

Die Loschwitz-Brücke in Dresden wurde von 1891 bis 1893 gebaut und ist aufgrund ihrer Farbe als das «blaue Wunder» bekannt.

Die Brücke ist für Lkws mit einem Bruttogewicht von bis zu 15 Tonnen sowie für Pkws und Busse aller Art offen. Schwerere Fahrzeuge dürfen die Brücke nicht überqueren, aber diese Einschränkung wurde in der Vergangenheit häufig ignoriert. Aus diesem Grund hat die Stadtbehörde im September 1999 eine automatische WIM-Station installiert, um die Brücke vor überladenen Fahrzeugen zu schützen. Schwere Fahrzeuge, die die Brücke nicht überqueren dürfen, werden umgeleitet. Wenn ein solches Fahrzeug nicht der Umleitung folgt, sondern auf die Brücke zufährt, so wird dies auf Video erfasst und der Fahrer mit einer Busse belegt.

Diese WIM-Station hilft der Stadt, hohe Wartungs- und Reparaturkosten zu vermeiden.



Loschwitz-Brücke, Dresden, Deutschland

### Verkehrsmanagement

Die N18 zwischen Arnhem und Enschede ist eine Nationalstrasse, die den Süden der Niederlande mit dem Norden verbindet.

Das Gewicht von beladenen Lkws, die auf der N18 nach Süden oder Norden fahren, wird dynamisch etwa 200 m vor der Verkehrsampel gemessen. Lkws mit einem Bruttogewicht von 10 Tonnen oder mehr erhalten Vorfahrt. Die Vorfahrt wird durch die Systemsoftware so definiert, dass das grüne Licht länger leuchtet, bis der Lkw die Stelle überfahren hat. Wenn die Ampel rot ist, wenn ein schwerer Lkw über die WIM-Station fährt, dann wird sie früher grün, sodass das Fahrzeug ohne Unterbrechung durchfahren kann. In einem Abstand von 300 m befindet sich ein weiterer Regler, der im Netzbetrieb mit dem ersten arbeitet.

Da es ein weiteres Vorfahrtsystem für die Notfalldienste gibt, kann ein Fahrzeug von 10 Tonnen oder darüber, das eine Grünlichtphase auslöst, gestoppt werden, um dem Notfalldienst die Durchfahrt zu ermöglichen.



N18, Niederlande

### Unternehmensprofil

Kistler ist ein in Privatbesitz befindliches Schweizer Unternehmen, das Sensoren und Elektronik zum Messen von Druck, Kraft und Beschleunigung entwickelt und herstellt.

Innovative Technologien, fundiertes Prozess-Know-how, kundenspezifische Lösungen und umfassende Benutzerbetreuung bilden das solide Fundament, auf dem der wachsende Ruf von Kistler als weltweiter Branchenleader in Sachen Messung und Instrumentierung beruht.

#### measure. analyze. innovate.

Das Kennwort für Kistler ist Engagement: Unsere wichtigsten Stärken sind die Entwicklung, Herstellung und Verwendung von Sensoren zum **Messen** von physikalischen Eigenschaften. Systemtechnik und Know-how von Kistler ermöglichen das **Analysieren** der Signale unserer Sensoren. Und schliesslich erlaubt das Prozess-Know-how unseren Kunden fortlaufende **Innovation** ihrer Produkte und entscheidenden Wettbewerbsvorsprung gegenüber der Konkurrenz.

#### Erfolgreiche Forschung

Forschung und Entwicklung geniessen bei Kistler höchste Priorität; dadurch kann das Unternehmen immer wieder mit Weltneuheiten aufwarten. So kamen beispielsweise der erste Quarzkraftsensor der Welt, die ersten Hochtemperaturdrucksensoren, die ersten Triaxial-Kraftsensoren und automatische Sensoridentifikation von Kistler. Und ganz sicher werden noch viele weitere revolutionäre Entwicklungen folgen!

#### Kistler heute

Heute beschäftigt die Kistler-Gruppe mehr als 600 Mitarbeiter in 18 Tochtergesellschaften rund um die Welt. Unsere kompetente Belegschaft ist das Fundament unseres weltweiten Rufs.

# Kistler weltweit

## Europa

### Deutschland

Kistler Instrumente GmbH  
Daimlerstrasse 6  
DE-73760 Ostfildern  
Tel. +49 711 34 07 0  
Fax +49 711 34 07 159  
info.de@kistler.com

### Grossbritannien

Kistler Instruments Ltd.  
Alresford House, Mill Lane  
Alton, Hampshire GU34 2QJ  
Tel. +44 1420 54 44 77  
Fax +44 1420 54 44 74  
sales.uk@kistler.com

### Österreich

Kistler GmbH  
Lemböckgasse 49f  
AT-1230 Wien  
Tel. +43 1 867 48 67 0  
Fax +43 1 867 48 67 17  
sales.at@kistler.com

### Dänemark/Finnland/ Norwegen/Schweden

Kistler Nordic AB  
Aminogatan 34  
SE-431 53 Mölndal  
Tel. +46 31 871 566  
Fax +46 31 871 597  
info.se@kistler.com

### Italien

Kistler Italia s.r.l.  
Via Ruggero di Lauria, 12/B  
IT-20149 Milano  
Tel. +39 02 481 27 51  
Fax +39 02 481 28 21  
sales.it@kistler.com

### Schweiz/Liechtenstein

Kistler Instrumente AG  
Verkauf Schweiz  
Eulachstr. 22  
CH-8408 Winterthur  
Tel. +41 52 224 12 32  
Fax +41 52 224 14 21  
sales.ch@kistler.com

### Frankreich

Kistler France  
ZA de Courtabœuf 1  
15, avenue du Hoggar  
FR-91953 Les Ulis cedex  
Tel. +33 1 69 18 81 81  
Fax +33 1 69 18 81 89  
info.fr@kistler.com

### Niederlande

Kistler B.V. Nederland  
Leeghwaterstraat 25  
NL-2811 DT Reeuwijk  
Tel. +31 182 304 444  
Fax +31 182 304 777  
sales.nl@kistler.com

## Asien

### Japan

Kistler Japan Co., Ltd.  
MT Building  
2-7-5, Shibadaimon  
Minato-ku, Tokyo 105-0012  
Tel. +81 3 35 78 02 71  
Fax +81 3 35 78 02 78  
sales.jp@kistler.com

### Volksrepublik China

Kistler China Ltd.  
Unit D, 24 / F Seabright Plaza  
9-23 Shell Street  
North Point, Hong Kong  
Tel. +852 25 91 59 30  
Fax +852 25 91 18 85  
sales.cn@kistler.com

### Representative Office Beijing

Tel. +86 10 8225 2163  
Fax +86 10 8225 2124  
sales.cn@kistler.com

### Indien

Kistler Instruments (Pte) Ltd.  
India Liaison Office  
2B Century Plaza  
560/562 Anna Salai  
Teynampet, Chennai 600 018  
Tel. +91 44 5213 2089  
Fax +91 44 5213 2331  
sales.in@kistler.com

### Republik Korea

Kistler Korea Co., Ltd.  
3rd Floor, Bow Building  
1580-1, Seocho-3 dong,  
Seocho-ku,  
Seoul 137-875  
Tel. +82 2 597 6013  
Fax +82 2 525 6015  
sales.kr@kistler.com

### Singapur

Kistler Instruments (Pte) Ltd.  
50 Bukit Batok Street 23  
#04-06 Midview Building  
Singapore 659578  
Tel. +65 6316 7331  
Fax +65 6316 7332  
sales.sg@kistler.com

### Taiwan

Kistler Representative Office in Taiwan  
Room 9, 8F, No. 6, Lane 180  
Sec. 6, Minciyuan E. Road  
Taipei 114  
Tel. +886 2 7721 2121  
Fax +886 2 7721 2112  
sales.tw@kistler.com

## America

### USA / Kanada / Mexiko

Kistler Instrument Corp.  
75 John Glenn Drive  
Amherst, NY 14228-2171  
Tel. +1 716 691 5100  
Fax +1 716 691 5226  
sales.us@kistler.com

## Andere Länder

Kistler Instrumente AG  
Export Sales  
Eulachstr. 22  
CH-8408 Winterthur  
Tel. +41 52 224 11 11  
Fax +41 52 224 15 49  
sales.export@kistler.com

## Hauptsitz

### Schweiz

Kistler Instrumente AG  
Eulachstrasse 22, CH-8408 Winterthur  
Tel. +41 52 224 11 11  
Fax +41 52 224 14 14  
info@kistler.com

www.kistler.com

# KISTLER

measure. analyze. innovate.