

Piezo-Stoßgeneratoren hoher Leistung

Bei vielen technischen Vorgängen werden mechanische Stöße gezielt genutzt, wie etwa bei Abbauprozessen mit Meißelhämmern, bei stoß-basierter Messtechnik wie Körperschallanalysen, im Impact-Echo-Verfahren bei geologischen und bautechnischen Untersuchungen. Die detaillierten physikalischen Vorgänge in den Stoßprozessen sind dabei oftmals nur unzureichend bekannt. Es wird dabei eine schwere Masse, wie ein Hammerkopf, beschleunigt, trifft auf den Stoßpartner und in der kurzzeitigen Kontaktphase werden Energie und Impuls an den Stoßpartner übertragen. Dort läuft die Stoßwelle dann durch den Körper mit seiner Schallgeschwindigkeit und wird an Blasen, Rissen, Durchmesser-Änderungen oder Endflächen ganz oder teilweise reflektiert und dabei analysiert, etwa mit laser-optischen Verfahren.

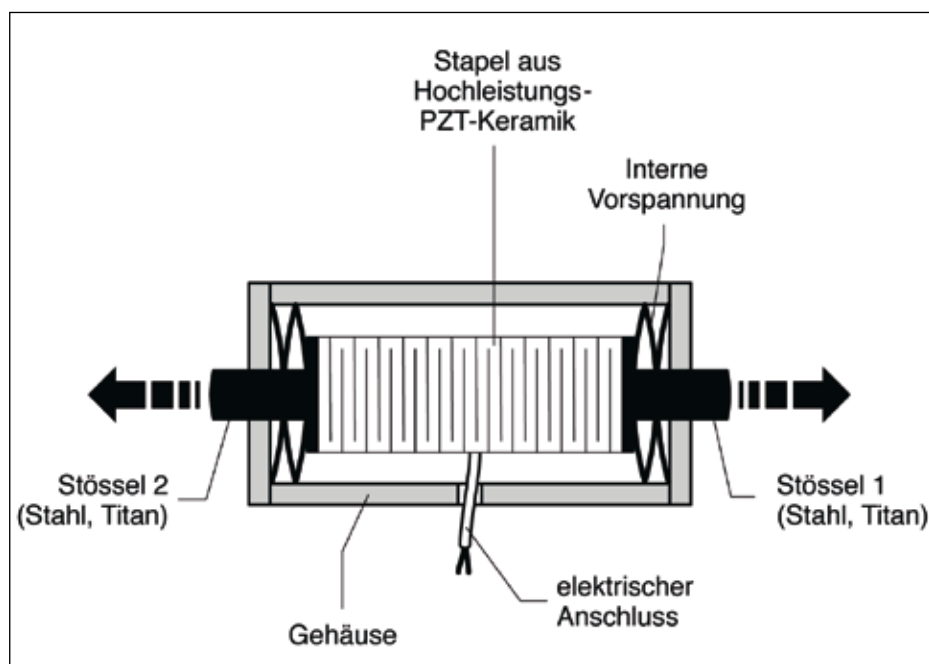
Um diese Stoßvorgänge reproduzierbar und einstellbar zu gestalten, wurden in Zusammenarbeit zwischen der Hilti AG und der Piezomechanik GmbH Stoßgeneratoren auf Basis hochvolumiger Piezo-Stapelgeneratoren untersucht und optimiert. Erste Ergebnisse und Anwendungsmöglichkeiten werden aufgezeigt. Wesentlicher Qualitätsfaktor ist dabei die Abschätzung der maximal erreichbaren Stoßenergie, die dann in kontrollierbaren Stoßexperimenten zu erhalten ist.

Stapel aus piezoelektrischer PZT-Keramik bilden dabei einen Stoßgenerator, der auf Grund des Piezoeffekts elektrisch angeregt werden kann zu kurzzeitigen Längenänderungen (Abb. 1). Bei fixer mechanischer Ankopplung solcher Piezostapel an die zu messenden Stoßpartner wird dort ein kurzzeitiger Druckimpuls erzeugt, der dann als Welle mit Schallgeschwindigkeit den Messstab durchläuft. Die Pulswellen müssen gut akustisch angekoppelt werden; das erfordert einen großen

mechanischen Querschnitt für den Stoßgenerator im Vergleich zum Messstab.

Je nach Messanordnung kann ein symmetrischer Piezo-Stoßgenerator verwendet werden, der beidseitige Stoßausbreitung ermöglicht. Alternativ dazu hat ein einseitig wirkender Piezo-Stoßgenerator eine größere »seismische Masse«, an der die Stoßimpulse reflektiert werden und dann in den Messstab laufen (Abb. 2). Bei den gewählten technischen Ausführungen ist das ein hinreichend großer Messingblock.

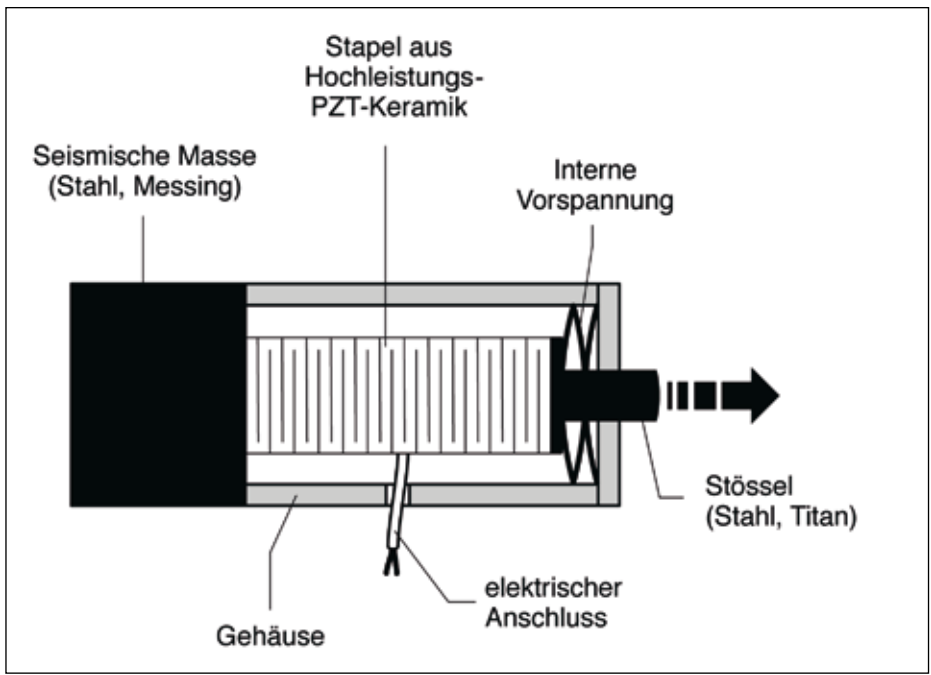
Die Piezo-Stoßgeneratoren können mechanische Auslenkungen bis über 100 μm aufweisen, mit Kräften von einigen N bis einigen 10 kN. Die Pulsbreiten können elektrisch angeregt werden von einigen μs bis einigen 10 μs . Die resultierenden Stoßimpulse können etwa 50 μs lang sein bei symmetrischem Stoßgenerator oder etwa 90 μs bei einseitigem Piezostoßgenerator, bei dem man auch den Primär-



▲ Abb. 1a: Schema eines axial wirkenden symmetrischen Piezo-Stoßgenerators



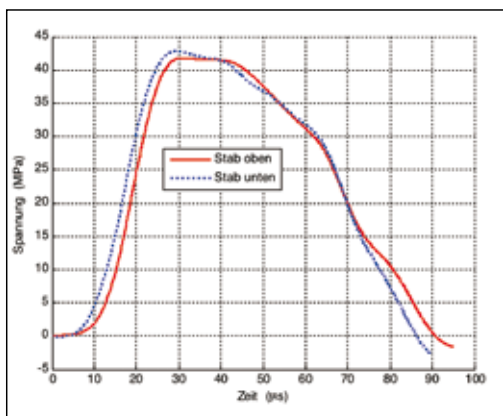
▲ Abb. 1b: Piezokeramischer Stapel mit stoßfester Elektrodenführung für Stoßgeneratoreinsatz, Durchmesser 35 mm



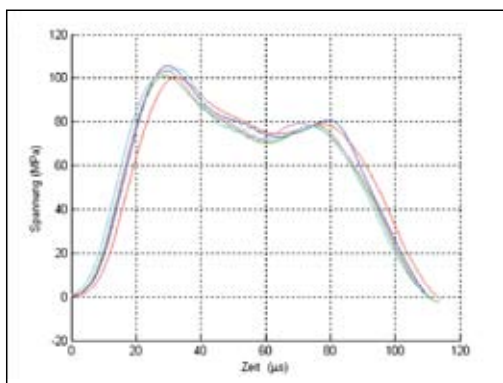
▲ Abb. 2a: Schematischer Aufbau eines einseitig wirkenden axialen Piezo-Stoßgenerators



▲ Abb. 2b: Einseitig wirkender Piezo-Stoßgenerator mit einer seismischen Masse aus Messing



▲ Abb. 3a: Symmetrische Stoßgeneratoranordnung, aktive Länge des Generators 50 mm, gesamter Energiegehalt beider Stöße ca. 1 J



▲ Abb. 3b: Pulsform des Spannungsverlaufs gemessen, Stoßenergie aus elastischen Daten berechnet Effektive Aktorlänge 120 mm. Ansteuerpuls -200 V/+ 800 V über Transistorschalter.

puls erkennt mit einem reflektierten Puls, wodurch eine höhere Energieausbeute durch Verbreiterung der Stoßdauer erzielt wird (Abb. 3). Die Piezoaktoren müssen mit einem angepassten Hochvolt-pulser betrieben werden. Denn elektrisch verhalten sich die Piezostapel wie Kondensatoren mit Kapazitäten von etwa 10 µF, die zuerst auf -200 V und dann auf +800 V aufgeladen werden mit bis zu 800 A Spitzenstrom. Puls-wiederholraten bis 100 Hz können erzeugt werden.

Solche Piezo-Stoßgeneratoren werden nun bei der Hilti AG eingesetzt zur genauen Abstimmung der mechanischen Komponenten bei elektro-pneumatischen Bohrhämmern, wie für die Stoßerzeugung, Stoßübertragung, den Bohrmeißeln und die Auslegung der Meißel einschließlich der Bearbeitungspitzen, -fronten und -flächen.

Diese Piezo-Stoßgeneratoren bieten sich an auf Grund ihrer hohen Reproduzierbarkeit für realitätsnahe Belastungstests von vielen Komponenten. Kennzeichnend

sind dabei die erzielten hohen Beschleunigungsraten mit hohen Pegeln und mit hoher Dynamik. Damit können die bisher eingesetzten Schwinger- und Shaker-Testanordnungen wesentlich vereinfacht und übertroffen werden. Die Piezo-Stoßgeneratoren sind damit gut geeignet für die Kalibrierung von Stoß- und Crash-Sensoren.

► INFO

Autoren:
Hp. Schad
HILTI AG, Schaan FL (www.hilti.com)
Dr. Lutz Pickelmann
Piezomechanik GmbH, München

Kontakt:
Dr. Lutz Pickelmann
Piezomechanik GmbH
Berg am Laim Str. 64
81673 München
Tel.: 089 431-5583
Fax: 089 431-6412
E-Mail: info@piezomechanik.com
www.piezomechanik.com