

## **Auswahlhilfe**



Impulshämmer und Hammer-Kits mit Beschleunigungsaufnehmern werden zusammen mit FFT-Analysatoren für Strukturuntersuchungen eingesetzt.

Dieses Dokument soll dabei helfen, den Hammer auszusuchen, der für Ihre Anwendung am besten geeignet ist.

Die Übertragungsfunktion eines mechanischen Systems beschreibt dessen dynamisches Verhalten als Antwort auf einen Erregerimpuls. Die Übertragungsfunktionen, die in der mechanischen Systemanalyse verwendet werden, berechnen das Verhältnis der Ausgangsantwort zum Erregerimpuls. Die Antwort kann mit Beschleunigungssensoren gemessen werden, die an verschiedenen wichtigen Stellen an der zu untersuchenden Struktur montiert werden. Es gibt verschiedene Methoden einen Erregerstimulus (Erregerfunktion) auf die Struktur anzuwenden. Eine Möglichkeit ist: durch elektrodynamische oder hydraulische Schwingerreger. Ist das zu untersuchende Objekt zu klein, um so angeregt zu werden oder ist es physikalisch nicht möglich, gibt es eine weitere Anregungsmethode, die berücksichtigt werden sollte: Ein Stoß mit einem kalibrierten, dynamischen Impulshammer.

Hierbei verwandelt ein Kraftaufnehmer, der am Kopf des Hammers montiert ist, den Stoß in ein analoges Signal, das alle notwendigen Amplituden und Phasen beinhaltet, um die Erregerfunktion zu beschreiben. Die Steifigkeit des Hammerspitzenmaterials steuert die Stoß-Pulslänge und legt damit den Frequenzinhalt der Erregerfunktion fest. Durch die Bestimmung der Frequenz und Amplitude der Erregerfunktion liefern Impulshämmer eine schnelle und einfache Möglichkeit, Strukturen definiert anzuregen.

Zusammen mit Impulshämmern und Beschleunigungsaufnehmern können Spektrumanalysatoren Übertragungsfunktionen sofort darstellen. Testverfahren werden damit erheblich verkürzt und vereinfacht. Die Modalanalyse - ein Bereich der mechanischen Systemanalyse - verfeinert die Frequenzübertragungsfunktionsdaten weiter und beschreibt die verschiedenen Modi (Resonanz und Antiresonanzen) der Struktur.

Dynamische Impulshämmer haben zwei Hauptfunktionen. Sie müssen die Teststruktur - über den Frequenzbereich, der von Interesse ist - mit einer definierten Kraft anregen und ein Analogausgangssignal erzeugen, das eine genaue Wiedergabe des Eingangsimpulses in Amplitude und Phase ist.

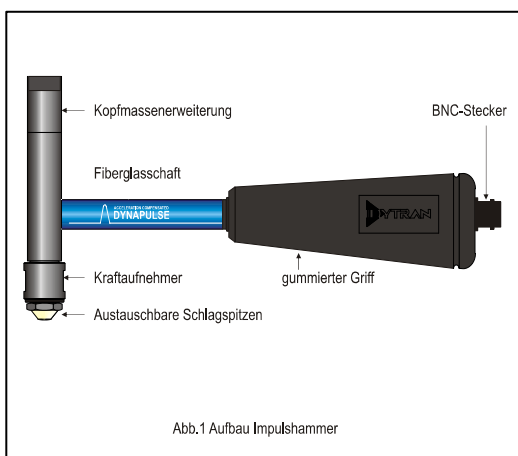


Abb.1 Aufbau Impulshammer

Ein piezoelektrischer Impulshammer besteht meist aus einer Kopfanordnung mit Kraftaufnehmer, austauschbaren Kopfmassenerweiterungen und verschiedenen Schlagspitzen (Stahl, Aluminium, Hart- und Weichplastik) sowie einem Hammerschaft und einem gummierten Griff. Abb 1. zeigt die Konstruktion eines der verschiedenen Modellen der Dynapulse™ - Hämmer, die Dytran herstellt: die Serie 5800B.

Dytran Dynapulse™ - Impulshämmer nutzen einen beschleunigungskompensierten Quarz-Kraftaufnehmer um zu gewährleisten, dass Hammer - Eigenresonanzen keine unechten "Rauschstörungen" im Hammerausgangssignal erzeugen. Die hohe Steifigkeit des Kraftaufnehmers zusammen mit der Beschleunigungskompensation erzeugt ein sauberes Ausgangssignal, das eine exakte Wiedergabe der Erregerfunktion in Phase und Amplitude ist.

Der IEPE - Kraftaufnehmer ist permanent an der vorderen Fläche des Hammerkopfs montiert, wobei die elektrischen Leitungen durch Kopf, Schaft und Griff geführt werden und an eine BNC-Buchse am Ende des Griffs angeschlossen sind. Dieses ergonomische Designkonzept wurde von Dytran entwickelt und ist zum Industriestandard geworden.

## Die richtigen Kraftimpulse erzeugen

Da Strukturen deutlich in Größe, Gewicht und dynamischem Verhalten variieren, werden Stoßimpulse mit verschiedenen Eigenschaften benötigt, um diese Strukturen anzuregen. **Kleine Objekte mit geringen Massen haben beispielsweise höhere Antwortfrequenzen und benötigen daher höhere Anregungsfrequenzen bei kleinen Kräften. Schwere Strukturen mit niedrigeren Frequenzgang (Resonanzen) benötigen dagegen eine niedrigere Frequenzanregung bei hohen Anregungskräften.**

Mit Hilfe dieser allgemeinen Richtlinien kann der Nutzer die verschiedenen Kopfmassenerweiterungen und ausgewählte Schlagspitzen, die im Lieferumfang der Hammersysteme enthalten sind, benutzen, um verschiedene Pulsformen und Frequenzspektren zu erzeugen. Diese können mit einem Spektrumanalysator überprüft werden.

## Generelle Auswahlhilfe

Die Fourier-Analyse zeigt, dass schnelle Anstiegszeiten mit kurzen Pulsdauern die höchsten Frequenzen erzeugen. Hierfür sind Metallschlagspitzen (Aluminium oder Stahl) ohne Kopferweiterung für schnellen Abprall ideal. Um den hochfrequenten Anteil zu verkleinern, ist es sinnvoll die Kopfträgheit durch zusätzliche Kopferweiterungen zu vergrößern und - mit weicheren Schlagspitzen - Anstiegs- und Pulszeit zu verlängern.

Auf der folgenden Seite: Eine Kurzvorstellung der Impulshämmer von Dytran, Inc.



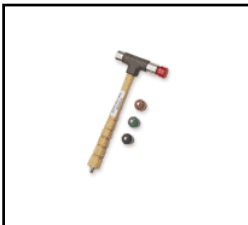
Modell 5800SL. Dieser Miniatur-"Super-Leicht"-Hammer wurde entwickelt, um sehr leichte, nachgiebige Strukturen anzuregen, wie kleine Turbinenblätter, Leiterplatten oder Festplattenleseköpfe. Das Modell 5800SL hat eine sehr hohe Schlagspitzensteifigkeit und eine niedrige Kopfmasse, wodurch es optimal für die hochfrequente Anregung kleiner Strukturen ist. Eine zusätzliche Kopfmassenerweiterung wird mit jedem Hammer mitgeliefert. Die Schlagspitze ist nicht auswechselbar.



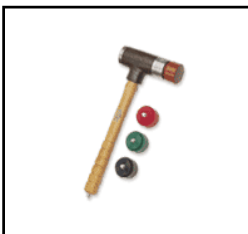
Serie 5800B. Die Dynapulse™ 5800B-Serie hat eine Kopfmasse von 100 Gramm und ist in vier Kraftmessbereichen von 50 bis 1.000 LbF verfügbar. Austauschbare Schlagspitzen werden mitgeliefert und eine Kopferweiterung ist optional verfügbar. Die Beschleunigungskompensation sichert einen glatten Frequenzverlauf, frei von Anomalien. Dieser Hammer wird zur universellen Nutzung empfohlen auf Fahrgestellen, Lagergehäusen, Bremsrotoren, Balken, Platten und andere kleine Strukturen und Maschinen. Versionen mit TEDS sind erhältlich.



Modell 5850B. Dieser Dynapulse™ "Mehrbereichs"-Hammer bietet Vielseitigkeit für strukturdynamische Laboratorien, in denen Strukturen verschiedener Größe und Gewicht geprüft werden sollen. Ein Dreifachschalter am Griff des Hammers ermöglicht die Wahl der Empfindlichkeiten zwischen 1, 10 und 100mV/lbf. Der Schalter wählt drei verschiedene Kondensatoren, um die Empfindlichkeit zu ändern und fügt damit kleine elektrische Verstärkungen hinzu. Eine Beschleunigungskompensation sichert eine rauschfreie, glatte Antwort. Der Hammer wird mit drei austauschbaren Schlagspitzen geliefert und der große dynamische Bereich bietet ausreichend Anregung für eine Vielzahl von Strukturen.



Modell 5805A. Der leichteste der Vorschlaghammer hat eine 1 lb Kopfmasse, und ist für den Einsatz an kleinen Beton- oder schweren Metallplatten entwickelt worden. Er kann mit jeder der mitgelieferten, austauschbaren Schlagspitzen eingesetzt werden, um das benötigte Antwortsignal zu erzeugen.



Modell 5802A. Der leichte Vorschlaghammer mit einer 3 lb Kopfmasse. Er kann mit jedem der mitgelieferten, austauschbaren Schlagspitzen eingesetzt werden, um das benötigte Antwortsignal zu erzeugen. Er kann eingesetzt werden, um tiefe Frequenzen in Beton, Gussteilen, Tanklagern, Pipelines, Türmen etc. anzuregen.



Modell 5803A. Der schwerste der Vorschlaghammer mit einer 12 lb Kopfmasse. Dieser Hammer kann verwendet werden, um Gebäude, Brücken, Dämme und Fundamente anzuregen, sowie Lokomotiven und Schiffe. Er kann mit jeder der mitgelieferten, austauschbaren Schlagspitzen eingesetzt werden, um das benötigte Antwortsignal zu erzeugen.

Auf der folgenden Seite: Eine Tabelle der Impulshämmer und Hammerkits

# Übersicht der Impulshämmer und Zubehörsätze, Serien 5800/5802/5803/5850

| Impulshammertyp:                   |               | Mini Hammer 5800SL | 5800B2            | 5800B3            | Allzweck-Hammer 5800B4 | 5800B5            | Multibereichs-Hammer 5850B | Vorschlag-Hammer Mini: 5805A | Vorschlag-Hammer Klein: 5802A | Vorschlag-Hammer Lang: 5803A |
|------------------------------------|---------------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------------|-------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| <b>Technische Eigenschaften</b>    |               |                    |                   |                   |                        |                   |                            |                              |                               |                              |
| Messbereich (5V Ausgang)           | lbf (N)       | 50 (220)           | 50 (220)          | 100 (440)         | 500 (2200)             | 1000 (4400)       | 50, 500, 5000              | 5000 (22K)                   | 5000 (22K)                    | 5000 (22K)                   |
| Sensitivität (nom.)                | mV/lbf (mV/N) | 100 (22.5)         | 100 (22.5)        | 50 (11.2)         | 10 (2.25)              | 5 (1.1)           | 1, 10, 100                 | 1 (0.23)                     | 1 (0.23)                      | 1 (0.23)                     |
| Resonanzfrequenz (ohne Spitze)     | kHz           | 300                | 75                | 75                | 75                     | 75                | 75                         | 50                           | 75                            | 75                           |
| <b>Physikalische Eigenschaften</b> |               |                    |                   |                   |                        |                   |                            |                              |                               |                              |
| Hammermasse (ohne Erweiterung)     | lb (kg)       | 0.004 (.002)       | 0.23(0.1)         | 0.23 (0.1)        | 0.23 (0.1)             | 0.23 (0.1)        | 0.33 (0.15)                | 1 (0.45)                     | 3 (1.36)                      | 12 (5.45)                    |
| Kopfdurchmesser:                   | in (cm)       | 0.44 (0.63)        | 0.6 (1.6)         | 0.6 (1.6)         | 0.6 (1.6)              | 0.6 (1.6)         | 0.75 (1.9)                 | 1.5 (3.8)                    | 2 (5)                         | 3 (7.6)                      |
| Grifflänge (nom.)                  | in (cm)       | 4 (10.1)           | 8 (20.3)          | 8 (20.3)          | 8 (20.3)               | 8 (20.3)          | 8.5 (21.6)                 | 10.5 (26.7)                  | 13 (33)                       | 33 (84)                      |
| Stecker (koaxial)                  | thread        | Okt 32             | BNC               | BNC               | BNC                    | BNC               | BNC                        | BNC                          | BNC                           | BNC                          |
| <b>mitgeliefertes Zubehör</b>      |               |                    |                   |                   |                        |                   |                            |                              |                               |                              |
| Weiche Spitze                      | Typ:          | --                 | 6250PS            | 6250PS            | 6250PS                 | 6250PS            | 6250PS                     | 6530S                        | 6251S                         | 6252S                        |
| Medium Spitze                      | Typ:          | --                 | --                | --                | --                     | --                | --                         | 6530M                        | 6251M                         | 6252M                        |
| Starke Spitze                      | Typ:          | --                 | 6250P             | 6250P             | 6250P                  | 6250P             | 6250P                      | 6530T                        | 6251T                         | 6252T                        |
| Harte Spitze                       | Typ:          | --                 | 6250A             | 6250A             | 6250A                  | 6250A             | 6250A                      | 6530H                        | 6251H                         | 6252H                        |
| Kopferweiterung                    | Typ:          | 6278               | --                | --                | --                     | --                | --                         | --                           | --                            | --                           |
| <b>Hammerset inkl. Zubehör</b>     | <b>Typ:</b>   | <b>HB5800SL</b>    | <b>HB5800B2</b>   | <b>HB5800B3</b>   | <b>HB5800B4</b>        | <b>HB5800B5</b>   | <b>HB5850B</b>             | <b>HB5805A</b>               | <b>HB5802A</b>                | <b>HB5803A</b>               |
| <b>mitgeliefertes Zubehör</b>      |               |                    |                   |                   |                        |                   |                            |                              |                               |                              |
| <b>Beschleunigungsaufnehmer 1</b>  | <b>Typ:</b>   | <b>3032A</b>       | <b>3035B1G</b>    | <b>3035B1G</b>    | <b>3035B1G</b>         | <b>3035B1G</b>    | <b>3035B1G</b>             | <b>3055B2</b>                | <b>3055B2</b>                 | <b>3055B2</b>                |
| Sensitivität:                      | mV/g          | 10                 | 10                | 10                | 10                     | 10                | 10                         | 100                          | 100                           | 100                          |
| Messbereich (±5V Ausgang)          | g pk          | ±500               | ±500              | ±500              | ±500                   | ±500              | ±500                       | ±50                          | ±50                           | ±50                          |
| Resonanzfrequenz (nom.)            | kHz           | 40                 | 45                | 45                | 45                     | 45                | 45                         | 35                           | 35                            | 35                           |
| <b>Beschleunigungsaufnehmer 2</b>  | <b>Typ:</b>   | <b>3035B2G</b>     | <b>3055B2</b>     | <b>3055B2</b>     | <b>3055B2</b>          | <b>3055B2</b>     | <b>3055B2</b>              | <b>3100D24</b>               | <b>3100D24</b>                | <b>3100D24</b>               |
| Sensitivität                       | mV/g          | 50                 | 100               | 100               | 100                    | 100               | 100                        | 1000                         | 1000                          | 1000                         |
| Messbereich (±5V Ausgang)          | g pk          | ±100               | ±50               | ±50               | ±50                    | ±50               | ±50                        | ±5                           | ±5                            | ±5                           |
| Resonanzfrequenz (nom.)            | kHz           | 45                 | 35                | 35                | 35                     | 35                | 35                         | 26                           | 26                            | 26                           |
| Klebmontageadapter                 | Typ:          | --                 | 6228              | 6228              | 6228                   | 6228              | 6228                       | 6221                         | 6221                          | 6221                         |
| <b>Versorgungsgerät</b>            | <b>Typ:</b>   | <b>4105C 2St.</b>  | <b>4105C 2St.</b> | <b>4105C 2St.</b> | <b>4105C 2St.</b>      | <b>4105C 2St.</b> | <b>4105C &amp; 4102C</b>   | <b>4105C 2St.</b>            | <b>4105C 2St.</b>             | <b>4105C 2St.</b>            |
| Speiestrom (Konstant)              | mA            | 2                  | 2                 | 2                 | 2                      | 2                 | 2                          | 2                            | 2                             | 2                            |
| Versorgung (zwei 9V Batterien)     | VDC           | 18                 | 18                | 18                | 18                     | 18                | 18                         | 18                           | 18                            | 18                           |
| Kopferweiterung                    | Typ:          | -6278              | 6271              | 6271              | 6271                   | 6271              | 6270S1 & 2                 | --                           | --                            | --                           |
| Kabel (Sensor 1)                   | Typ:          | 6053A10            | 6040A10           | 6040A10           | 6040A10                | 6040A10           | 6040A10                    | 6011A10                      | 6011A10                       | 6011A10                      |
| Kabel (Sensor 2)                   | Typ:          | 6040A10            | 6011A10           | 6011A10           | 6011A10                | 6011A10           | 6011A10                    | 6011A10                      | 6011A10                       | 6011A10                      |
| Hammerkabel                        | Typ:          | 6053A10            | 6089A10           | 6089A10           | 6089A10                | 6089A10           | 6089A10                    | 6020A10                      | 6020A10                       | 6020A20                      |
| Scope-Kabel (2 in jedem Kit)       | Typ:          | 6020A05            | 6020A05           | 6020A05           | 6020A05                | 6020A05           | 6020A05                    | 6020A05                      | 6020A05                       | 6020A05                      |