

## Ermittlung von Dämpfungsparametern an Stativen verschiedener Materialien

### 1. Aufgabenstellung

Durch verschiedene vorangegangene Vergleiche und Tests ist immer wieder der Vorteil der Holzstative bewiesen worden.

Diese Testreihe befasst sich im Besonderen mit der Eignung verschiedener Materialien im astronomischen Bereich und der Möglichkeit Stative weiter zu optimieren.

Es wurden 5 verschiedene Stative (2x Holz, 1x Holz/Kohlefaser, 1x Aluminium, 1x Stahlrohr) getestet, dabei wurden bei den Stahl- und Aluminiumstativen Originalstative von verbreiteten Montierungen genutzt, die Holzstative stammen von der Firma Berlebach® Stativtechnik W. Fleischer aus Mulda, alle Stative haben in etwa die gleiche Nutzhöhe.

Dabei sollten die Dämpfungsparameter ermittelt werden, im Speziellen die Dämpfungskonstante  $\delta$  und die Eigenfrequenz der Stative.

### 4. Ergebnisse und Auswertung 4.1. Eigenfrequenzen und ihre Bedeutung

Nach Ermittlung der jeweiligen Eigenfrequenzen ist festzustellen, dass an den Stativen Planet (Holz) und Sky (Holz - CFK) nur eine Einzelfrequenz, beim UNI 18 ein dicht zusammenliegendes Frequenzpaar und bei den Metallstativen mindestens 3 Eigenfrequenzen das Ausschwingen bestimmen.

Die Eigenfrequenzen sind in den Diagrammen durch markante Spitzen zu erkennen.

Diese Eigenfrequenzen geben auch Hinweise darauf wie anfällig ein Stativ auf Resonanzen reagiert. Je mehr Eigenfrequenzen vorhanden sind, desto größer ist auch die Gefahr einer auftretenden Resonanz, welche durch Aufschwingen des gesamten Systems ein Beobachten unmöglich macht.

Dabei ist auch zu berücksichtigen mit welcher Frequenz (Drehzahl) die Motoren an der Montierung laufen. Sollten diese Frequenzen und die des Stativs annähernd identisch sein, so ist ein Stativwechsel unumgänglich.

Des Weiteren ist das System anfälliger sich bei bestimmten Windgeschwindigkeiten selbst "aufzuschaukeln"

Das Auftreten mehrerer Eigenfrequenzen (größere modale Dichte) trägt zudem zu einer Verlängerung der Ausschwingzeit der Stative bei. Dies wird in den Diagrammen der Abklingkurven sehr deutlich.

### 2. Versuchsaufbau

Die Stative wurden einheitlich auf Betonfußboden aufgestellt, die Beine auf ein Drittel der ausziehbaren Länge ausgezogen, sowie mit 70% ihrer maximalen Nutzlast belastet.

Die Schwingungsanregung erfolgte mittels eines Impulshammers Endeveco 2302-5 mit Weichkunststoffkalotte entsprechend dem zu messenden Frequenzbereich und einer Maximalkraft von ca. 120N, dieser hohe Wert ist aufgrund der großen Masse der Montierung gewählt und entsteht im Normalfall nur bei einem versehentlichen "anrennen" am Stativ.

Die Wegmessung wurde mit einem Triangulationslaser optoNCDT1800-50 durchgeführt.

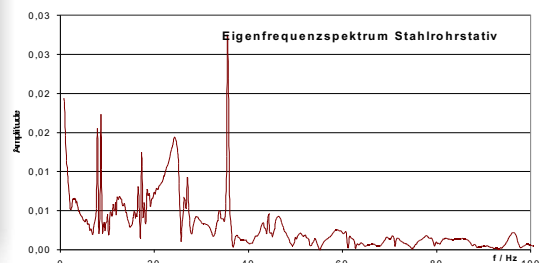
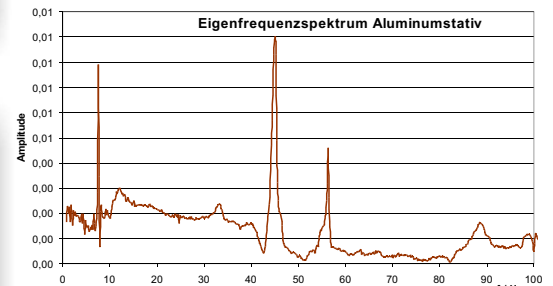
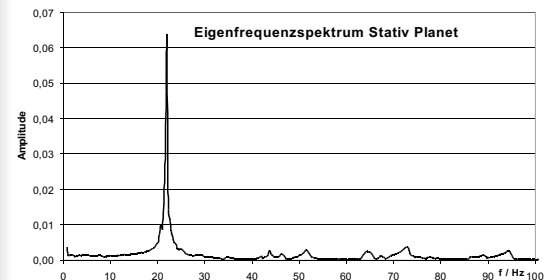
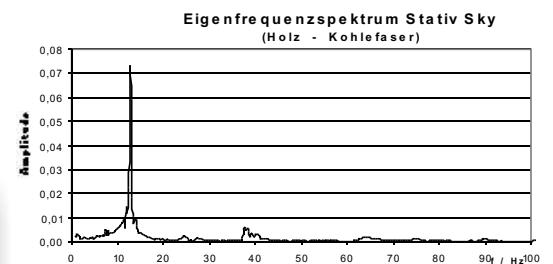
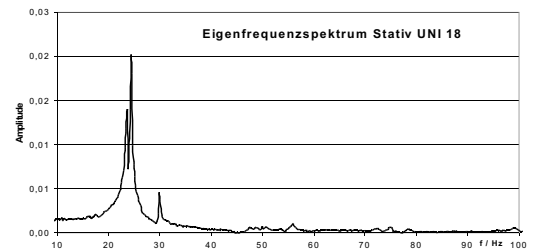


### 3. Versuchsdurchführung

Für die digitale Verarbeitung der analogen Zeitsignale wurde mit einer Abtastfrequenz von 370 Hz und einer Anzahl von 2048 Zeitwerten gearbeitet. Es wurden jeweils 4 Einzelmessungen durchgeführt und anschließend gemittelt.

Die Auswertung dieser Übertragungsfunktionen erfolgte mit den Mitteln der Modalanalyse.

Die Ergebnisse Modalanalyse werden in Form der Abklingkonstante und der dazugehörigen Eigenfrequenz beschrieben.

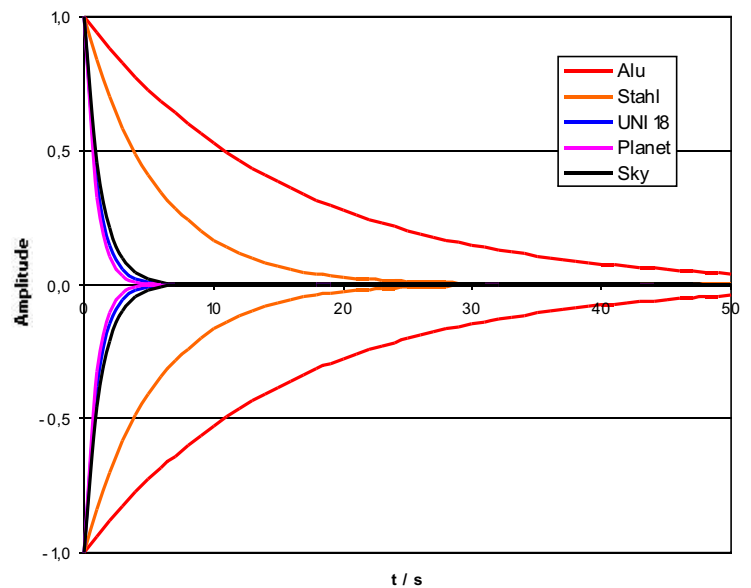


#### 4.2. Abklingkurven

Das folgende Diagramm zeigt auch hier wieder das schon in vorangegangenen Tests ermittelte Resultat, das Holzstativ Schwingen wesentlich besser abbauen können als Stative anderer Materialien. Je schneller die Amplitude gegen Null ausläuft, desto schneller ist das Stativ wieder ruhig. Die relativ langen Zeitspannen sind auf die große Erregungsenergie von 120 N zurückzuführen und sind in der Praxis je nach Erregung entsprechend kürzer.

Die Abklingkonstanten als Maß der Dämpfung sind für die Holzstative mindestens um den Faktor 4 größer als die der untersuchten Metallstative. Was ein 4 mal schnelleres Abklingen der Schwingen am Stativ bewirkt. Der steilere Verlauf der Holzstativkurven zeigt auch, dass schon nach 1 Sekunde die Intensität der Schwingungen um ca. 65 % verringert ist, während bei den Metallstativen nur eine Verringerung von ca. 10 % erreicht wird.

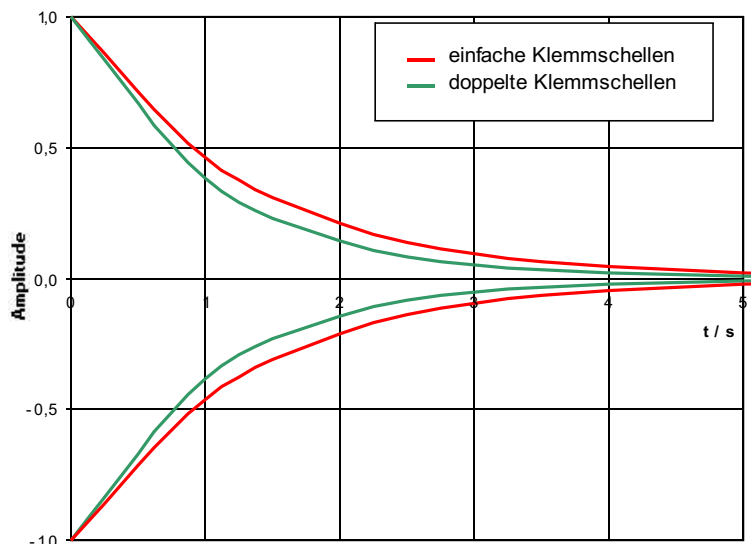
Abklingkurven der Stative



#### 4.3. Optimieren der Stative

Eine Schwachstelle an jedem Stativ ist die Verbindung der ausziehbaren Segmente mit den fest am Stativkopf montierten Teilen, da hier meist nur an einer Stelle eine Klemmkraft aufgebracht wird und die Verbindung meist noch geringe Bewegung zulässt. Zur Erhöhung der Sicherheit und Stabilität werden manchmal doppelte Klemmschellen an Stativen montiert. Nebstehendes Diagramm zeigt, dass auch durch die Verwendung von doppelten Klemmschellen eine Verbesserung der Dämpfungseigenschaften erreicht wird. Da bei einer Klemmung mit mehreren Druckpunkten eine längere Parallelpressung der Segmente und damit eine wesentlich stabilere Verbindung geschaffen wird, ist eine Schwingung in der Verbindung hier nur noch sehr begrenzt möglich. Auch wenn die Verbesserung nur im kleinen Bereich sichtbar ist, so könnte sie doch bei sehr großen Brennweiten zu einem spürbaren Qualitätszuwachs führen.

Abklingkurven von Holzstativen mit Optimierung



#### 5. Zusammenfassung

Es wurde Wegmessungen an impulsartig erregten Stativen durchgeführt. Nach Auswertung der jeweils ersten maßgebenden Eigenschwingungsform über eine Signalanalyse konnten die modalen Dämpfungen der verschiedenen Konstruktionen verglichen werden. Die Versuchsergebnisse belegen die für die Werkstoffe gemachten Erfahrungen, die für metallische Werkstoffe geringere Dämpfungen als für Holz und Holzwerkstoffe ausweisen. Damit ist aus schwingungstechnischer Sicht ein Holzstativ geeigneter als ein Stativ aus metallischen Werkstoffen.

