



Technologie der Wellenfrontsensoren von Phasics

Die wichtigsten Anordnungen zum Messen von Wellenfronten neben einem Interferometer sind der klassische Hartmann-, der **Shack-Hartmann-Test** und der **modifizierte Hartmann-Test**.

Beim **klassischen Hartmann-Test** wird eine Blende mit vielen Löchern in einem gewissen Abstand vor einen Bilddetektor gebracht. Fällt jetzt ein paralleles Strahlenbündel auf die Lochblende werden die Strahlen nach der Blende weiterhin parallel verlaufen und auf den Sensor fallen. Die Intensitätsschwerpunkte aller Löcher werden exakt das gleiche Muster mit den gleichen Abständen wie die Lochblende haben.

Bringt man den Sensor beispielsweise zwischen Linse und Fokus einer Konvexlinse, fallen die Strahlenbündel nicht mehr parallel ein, sondern laufen aufeinander zu. Damit werden auch die Strahlenbündel, die durch die Lochmaske treten, Intensitätsschwerpunkte haben, die einen geringeren Abstand als die Löcher auf der Maske besitzen. Aus dem Unterschied zwischen den beiden Messungen und dem Abstand des Sensors von der Lochblende kann dann der Einfallswinkel der Wellenfront an dem jeweiligen Loch berechnet werden. Damit ist die Ausbreitungsrichtung der Wellenfront an der Stelle des jeweiligen Lochs eindeutig bestimmt. Das funktioniert recht gut, solange die Lichtintensität über der Lochblende konstant ist. Bei Laserstrahlen ist das allerdings nur selten der Fall, und damit verschiebt sich der Intensitätsschwerpunkt unabhängig von der Phasenfront und damit wird die Messung ungenau. Deshalb liefern die klassischen Hartmann-Sensoren keine zuverlässigen Werte bei der Bestimmung des M^2 -Wertes. Der Intensitätsverlauf in den Flanken des Laserstrahls bestimmt diesen Wert besonders stark und genau dort ist das Messprinzip sehr ungenau.

1971 hat der Amerikaner Shack die Lochblende durch ein Linsenarray ersetzt und den Detektor in deren Brennweite gebracht. Damit wurde zwar das Signal-Rausch-Verhältnis verbessert, aber die Genauigkeit durch eine Wellenlängenabhängigkeit der Messwerte herabgesetzt, da sich die Brennweite der Linsen mit der Wellenlänge ändert. Besonders bei spektral breitbandigen Untersuchungen - wie zum Beispiel mit Kurzpulslasern - führt dieser Effekt zu Messungenauigkeiten. Auch beim Shack-Hartmann-Sensor wird stillschweigend vorausgesetzt, ist eine homogene Intensitätsverteilung über der einzelnen Linse besteht, was in den seltensten Fällen gewährleistet werden kann. Dann liefert der Sensor falsche Resultate, ohne dass man es merkt.

Phasics benutzt einen modifizierten Hartmann-Sensor, der aus einer Lochblende mit einer Phasenplatte und einem Detektor besteht. Hinter der Lochblende interferieren die Strahlen und bilden ein Muster auf dem Detektor, dessen Ortsfrequenzen unabhängig von der Wellenlänge und der Intensitätsverteilung über einer Lochblende sind. Diese Streifenmuster werden mittels

Phasics benutzt einen modifizierten Hartmann-Sensor, der aus einer Lochblende mit einer Phasenplatte und einem Detektor besteht. Hinter der Lochblende interferieren die Strahlen und bilden ein Muster auf dem Detektor, dessen Ortsfrequenzen unabhängig von der Wellenlänge und der Intensitätsverteilung über einer Lochblende sind. Diese Streifenmuster werden mittels



Matrixmultiplikation (Fast-Fourier-Transformation / FFT) schnell und einfach ausgewertet. Die Phasenfront wird quasi mit „interferometrischer Genauigkeit“ bestimmt. Man kann sich den Sensor auch als eine Ansammlung mehrerer tausend Shearing-Interferometern vorstellen. Es können alle Lichtquellen vom Single-Frequency-Laser bis zur normalen Halogenlampe vermessen werden. Damit ist die Messung achromatisch und das System liefert die gleichen Werte für alle Wellenlängen, auf die der Detektor empfindlich ist. Durch den Entfall des Mikrolinsenarrays berechnen unsere Wellenfrontsensoren die Phasenfront mit bis zu 400x300 Stützstellen. Damit sind auch kleinste Defekte in Optiken sichtbar. Außerdem kann durch die Wahl des Detektorabstands von der modifizierten Hartmann-Maske der Dynamikbereich auf Ihre spezielle Applikation eingestellt werden.

Eine detailliertere Beschreibung dieses Messprinzips in englischer Sprache erhalten Sie unter dem Link <http://www.phasicscorp.com/technologies.php>

Die wissenschaftlich korrekte Darstellung finden Sie im Artikel „**Extended Hartmann Test based on the pseudoguiding property of a Hartmann mask completed by a phase chessboard**“

von Jérôme Primot und Nicolas Guérineau.

<http://www.phasicscorp.com/docs/AO%20Primot.pdf>

