

# Automatisierte Justierung afokaler Vergrößerungswechsler für Stereomikroskope

Tobias Kaufhold\*, Rainer Robotta\*\*, Johannes Winterot\*\*

\* Carl Zeiss Microlmaging GmbH

\*\* Carl Zeiss AG

<mailto:winterot@zeiss.de>

Die Fertigung der afokalen Zoomsysteme der Produktfamilie SteREO der Carl Zeiss Microlmaging GmbH erfordert technische, algorithmische und logistische Prozesskomponenten. Das Zusammenwirken der Bausteine zu einer Gesamttechnologie wird vorgestellt.

## 1. Aufgabenstellung

Mit der Entwicklung der neuen Generation Stereomikroskope wurde es notwendig, eine angepasste Technologie für die Montage und Justierung dieser Geräte zu entwickeln und in die Produktion überzuleiten.

Gemeinsames Ziel von Geräte- und Technologieentwicklung war eine einfache und kostenoptimale Fertigung und hohe Servicefreundlichkeit.

Neue technologische Lösungen für Fassungs- und Zentrierabläufe, Fokussierung und Vergrößerungsbestimmung waren gesucht.

Als Grundlage für die teilautomatisierte Fertigung mussten für die verschiedenen Prozesse objektive Messmethoden entwickelt und in Gerätetechnik umgesetzt werden. Das Antriebsprinzip über Schrittmotoren ermöglicht eine rationelle Methodik der Messwert-Erfassung und Verarbeitung zu virtuellen Kurven. Die Archivierung von Messwerten und Kurven sichert einen hohen Grad an Prozesssicherheit und Servicefreundlichkeit und ermöglicht die Ferndiagnose bei Störungen.

*SteREO Discovery.V12*



## 2. Ergebnisse

Mit der Erstserie zur Markteinführung der Geräte 'SteREO Discovery.V12' und 'SteREO Lumar.V12' im November 2004 wurde die technologische Ausrüstung erprobt und der Fertigung übergeben.

Die technische Lösung umfasst drei Hauptvorrichtungen mit den Teilaufgaben:

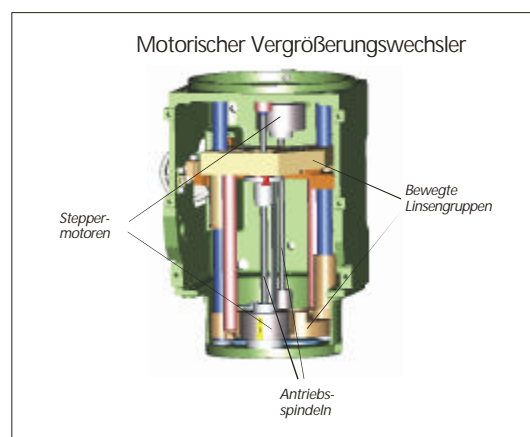
-Erfassung der Abbildungseigenschaften der Gruppen

-Richten und Kleben der Gruppen

-Zentrieren und Justieren des Gesamtstrahlenganges

Die Produktfamilie wurde im April 2006 mit 'SteREO Discovery.V8' und im Mai 2007 mit 'SteREO Discovery.V20' erweitert. Die streng modulare Bauweise der Geräte gestattet einen multivalenten Einsatz aller drei Vorrichtungen. Das patentierte Antriebsprinzip der Geräte mit Schrittmotoren ist die Voraussetzung für "hochzoomige" Systeme mit "beliebigen" Kurvenformen. In Verbindung mit der motorischen Ausführung der Vorrichtungen werden ein hoher Automatisierungsgrad und damit Prozesssicherheit und Dokumentation erreicht.

Objektive Mess- und Justierkriterien für Zentrierung, Fokussierung, Vergrößerungsmessung und Bildablauf sichern gleichbleibend hohe Qualität unabhängig vom subjektiven Empfinden der Bearbeiter.



## 3. Technologie

### Paarung

Fokussdifferenzen entstehen durch Brennweiten- und Hauptebendifferenzen infolge von Fertigungstoleranzen der Optikgruppen. Bei geeigneter Wahl der Auflage der Linsen lassen sich die Wir-

kungen auf die Defokussierung durch ein oder zwei Messwerte charakterisieren. Eine der Grundvoraussetzungen für das gemeinsame Einkleben der Optik in Gehäuse und Schlitten ist der Verzicht auf axiale Verschiebung der Linsengruppen zur Sicherung des Fokusabgleichs.

Eine objektive Fokusbestimmung mit Shack-Hartmann-Sensor liefert in einem teilautomatisierten Messprozess Defokusvergleichswerte.

Ein geschickter Kombinationsalgorithmus sorgt dafür, dass die Geräte eine maximale Fokusdifferenz zwischen den Kanälen von  $< \frac{1}{2}$  wellenoptischer Schärfentiefe aufweisen und damit die Forderung der Norm ISO 11884 sicher erfüllen.



*Vermessung jeder Einzellinse gegen einen „Null-Linsensatz“*

Die softwarebasierte Lösung liefert Informationen zur Reichweite der Fertigung und Trends zu Fertigungsschwankungen der Optikgruppen. Die Menüsteuerung ermöglicht einen fehlerfreien Ablauf der Mess-, Logistik und Serviceprozesse. Das realisierte Konzept ermöglicht bei moderaten Kosten der Optikgruppen eine sichere und kostengünstige Fertigung anspruchsvoller Geräte.

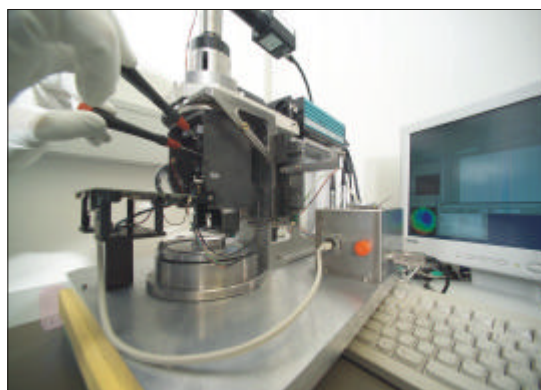


*Automatisches Zentrieren und Einkleben*

#### Ermittlung von Zoomkurve und Vergrößerungsmessung

Die Vorrichtung zur Endfertigung dient der Justierung von Bildstand, binokularem Höhenfehler, Fokusabgleich und Vergrößerungskalibrierung und ist multivalent für manuelle und motorische Geräte einsetzbar. Für das manuelle Gerät liefert der softwarebasierte Justieralgorithmus mit 4 Nullstellen

geringere Defokusschwankungen als vergleichbare Geräte.



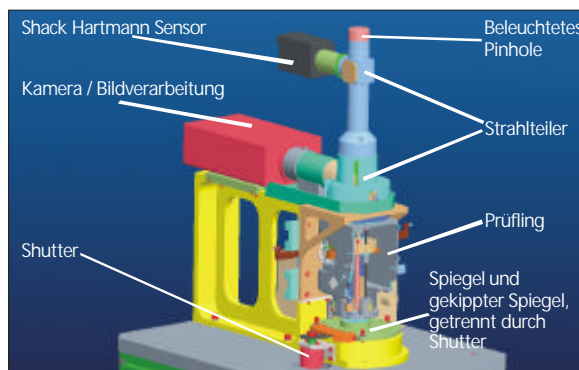
*Manuelle Justierung des Mittenablaufes*

Im Falle motorischer Geräte werden Fokussierungsposition und Fernrohrvergrößerung an definierten Stützstellen automatisch ermittelt und als virtuelle Kurve auf die Platine des Gerätes geladen.

Die vernetzte Datenablage gestattet Servicezugriffe auch von außerhalb des Reinraumes, in dem die gesamte Montage erfolgt.

Die digitale Anzeige der Vergrößerung nutzt eine Genauigkeit von  $\ll 1\%$  Abweichung für den Grundkörper und bietet damit günstige Voraussetzungen für die Kalibrierung des Gesamtgerätes mit niedrigeren Stützstellenzahlen über den gesamten Zoombereich.

Das Prinzip virtueller Kurven bietet neben Kostenvorteilen einen höheren Kundennutzen, als dies bei vergleichbaren Geräten mit mechanischem Antriebsprinzip gegenwärtig üblich ist.



#### Literatur

- [1] Firmenschrift der Carl Zeiss MicroImaging GmbH: „SteREO Discovery.V8 Die neue Sicht“ [www.zeiss.de/stereo-discovery](http://www.zeiss.de/stereo-discovery)
- [2] Firmenschrift der Carl Zeiss MicroImaging GmbH: „SteREO Lumar.V12 Die neue Größe“ [www.zeiss.de/stereo-discovery](http://www.zeiss.de/stereo-discovery)
- [3] Firmenschrift der Carl Zeiss MicroImaging GmbH: „SteREO Lumar.V20 Das neue Spektrum“ [www.zeiss.de/stereo-discovery](http://www.zeiss.de/stereo-discovery)
- [4] Firmenschrift der Carl Zeiss MicroImaging GmbH: „SteREO Lumar.V12 Die neue Fluoreszenz“ [www.zeiss.de/stereo-lumar](http://www.zeiss.de/stereo-lumar)