

Zertifikat

**Selbstschliff von Daniel Restemeier 10" F4 (25mm Borofloat),
unverspiegelt, Krümmungsradius = 2014mm**

Prüfdatum: 09.12.2014

Prüfnummer: 142045020030

Prüfer: Jörg Kneip



Ergebnis der Prüfung:

Strehl: 0,99

RMS der Wellenfront: 1/66,67 Waves, RMS der Oberfläche: 1/133,33 Waves

P.t.V. der Wellenfront: 1/8,33 Waves, P.t.V. der Oberfläche: 1/16,67 Waves

Gemessen bei 532nm Wellenlänge.

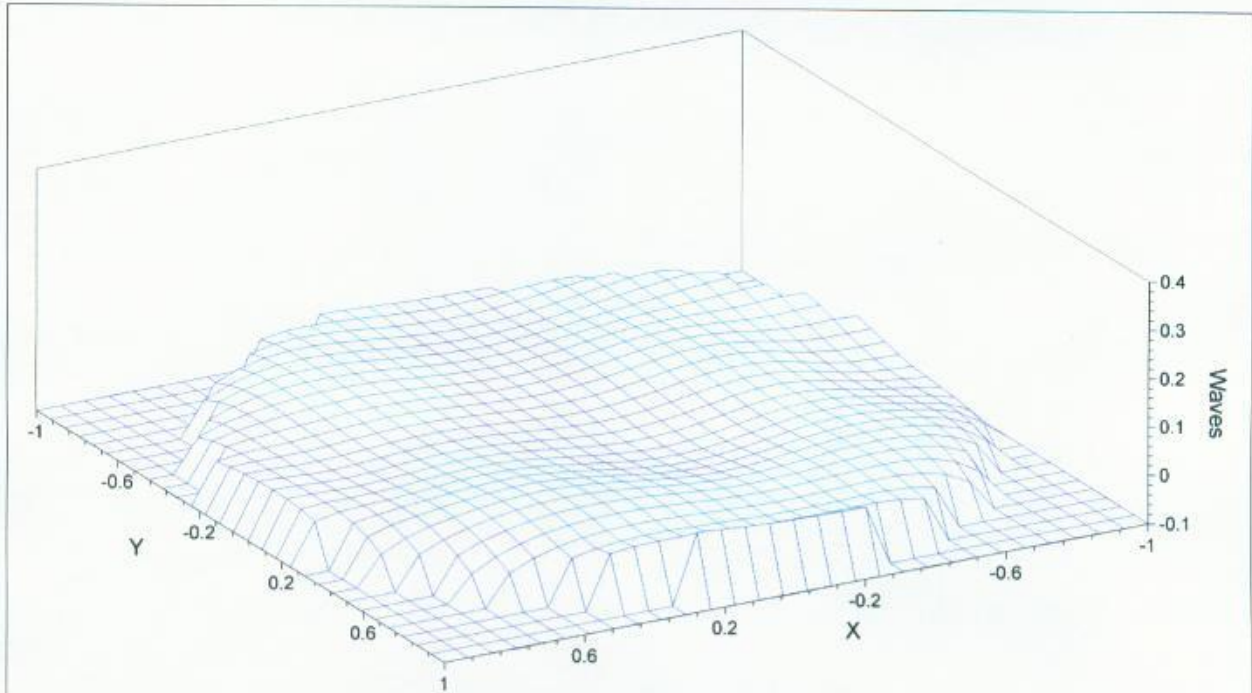
Bemerkung: Sehr guter Spiegel mit glatter Oberfläche, sehr wenig Astigmatismus und mit sehr guter sphärischer Korrektur. Auf Grund dieser Eigenschaften besitzt der Spiegel eine nahezu perfekte Sternabbildung.

Anlagen:

- Interferometrische Auswertung (QuickFringe Version 4.56)
- Interferogramme
- Astigmatismus: Sterntest im ROC, Interferometer im ROC
- Ronchigramm, Focaulttest, Phasenkontrasttest (Lyot)
- Rauheitsanalyse am optischen 3D-Profilier
- Reflexionsmessung nach Verspiegelung (Orion: Hilux-Coating)

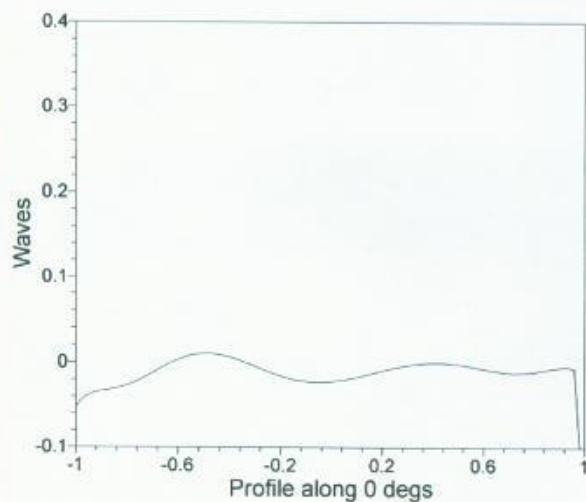
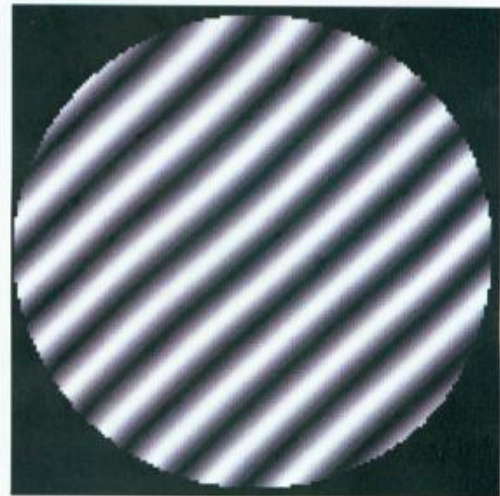
Mittelung aus 8 Interferogrammen (4 bei 0° + 4 bei 90° Drehung des Spiegels)

Quick Fringe Test Report



Output Units: Waves

RMS	0,015	
Peak-Valley	0,12	
Strehl Ratio	0,99	
Astigmatism	0,04	-75,5 deg
Coma	Removed	
Spherical	-0,09	
Wavelength	532,0 nm	



Zernike Polynomials

Second Order
3,111150 3,284697 0,013399

Fourth Order
-0,017132 -0,009511 0,014416
-0,056347 -0,014720

Sixth Order
0,003794 0,016517 -0,012012
0,000844 -0,000300 0,002694
0,005105

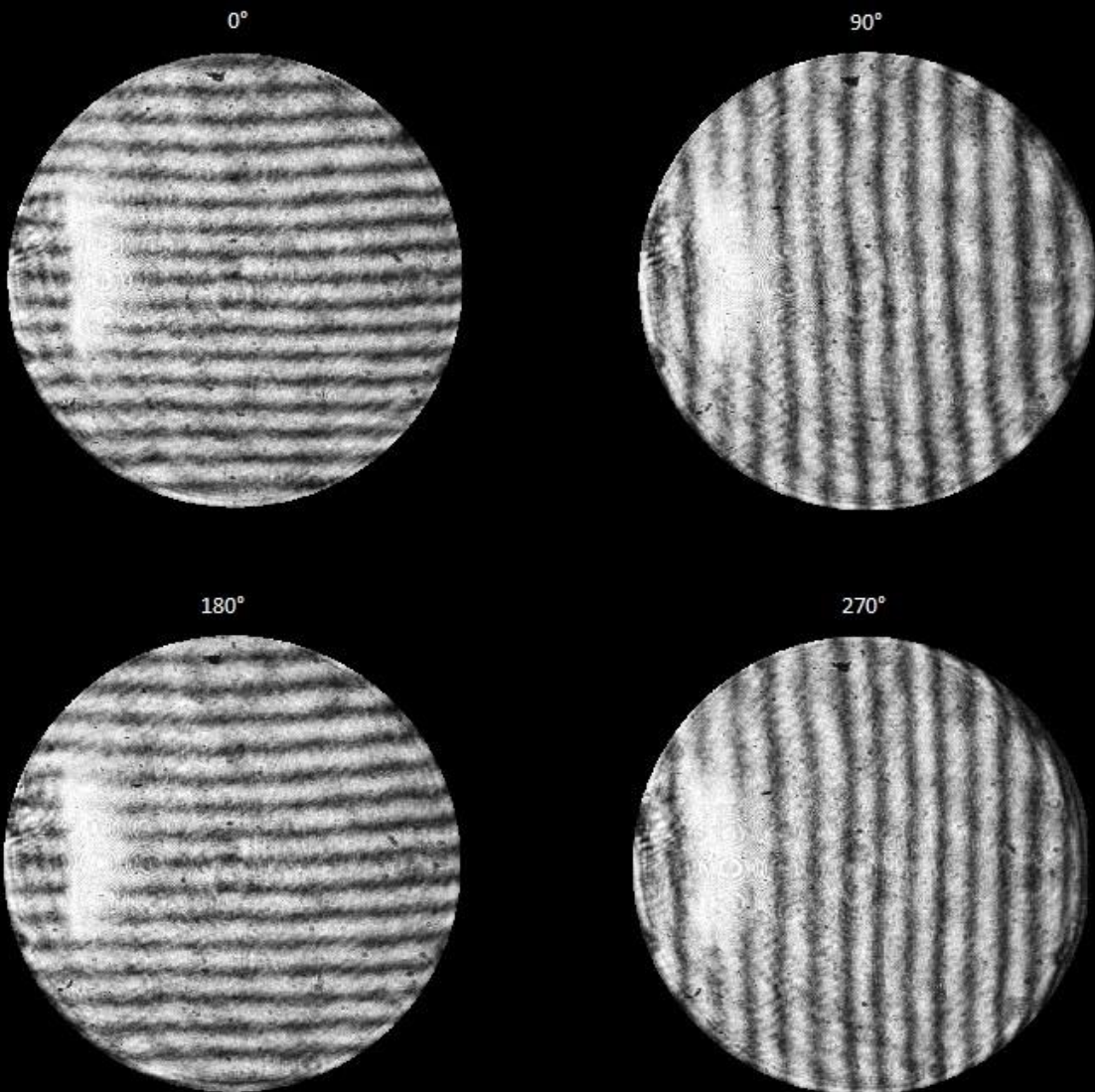
Eighth Order
-0,005069 -0,005747 0,005969
0,009099 0,001278 -0,009113
-0,002286 -0,009654 -0,004705

Tenth Order

Interferogramme

Die ursprünglich mit grünem Laser (532nm) aufgenommenen Interferogramme wurden zur Kontraststeigerung per Software monochrom gefiltert. Alle Tests wurden mit Kompensationslinse aus dem Krümmungsmittelpunkt bei 2014mm durchgeführt.

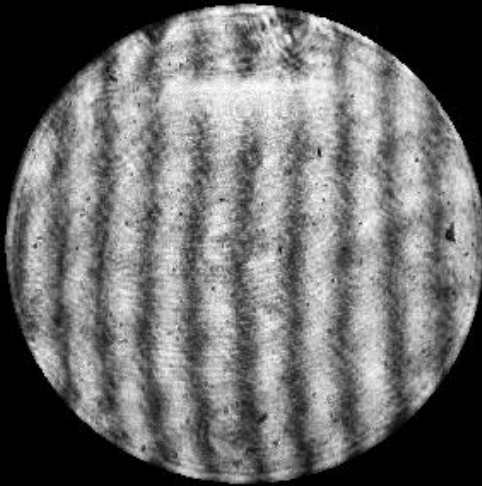
Spiegelstellung 0°: 4 Interferogramme mit Streifendrehung gegen den Uhrzeigersinn bei 0°, 90°, 180°, 270°.



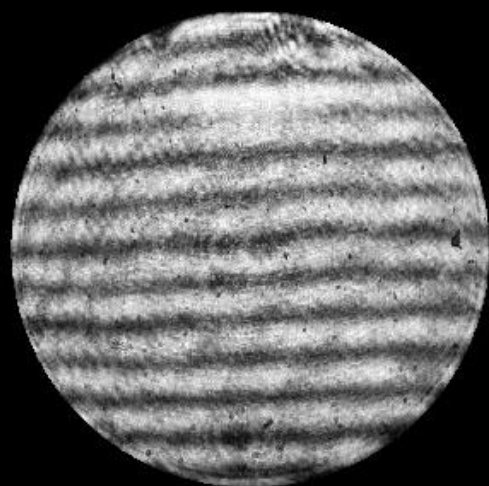
Die ursprünglich mit grünem Laser (532nm) aufgenommenen Interferogramme wurden zur Kontraststeigerung per Software monochrom gefiltert. Alle Tests wurden mit Kompensationslinse aus dem Krümmungsmittelpunkt bei 2014mm durchgeführt.

Spiegelstellung 90° (Drehung gegen den Uhrzeigersinn): 4 Interferogramme mit Streifendrehung gegen den Uhrzeigersinn bei 0°, 90°, 180°, 270°. Die aufgenommenen Bilder wurden vor der Auswertung um 90° im Uhrzeigersinn gedreht, um die ursprüngliche Stellung des Spiegels wieder herzustellen.

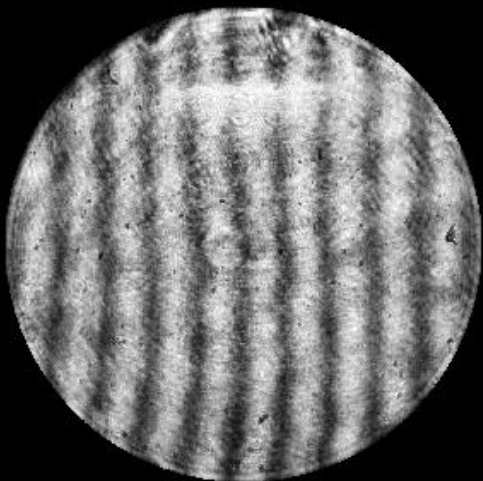
0°



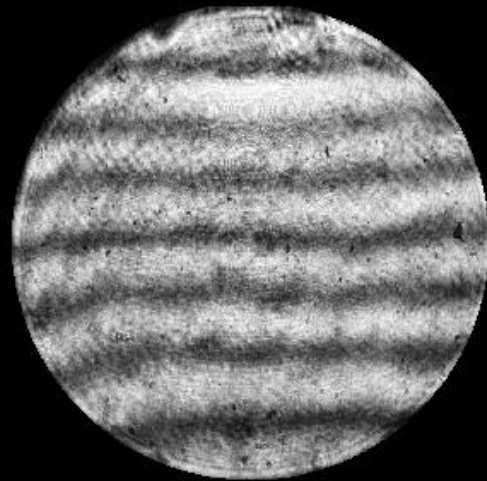
90°



180°



270°



Tests auf Astigmatismus

Sternstest im Krümmungsmittelpunkt (ROC) mit 5µm Pinhole und TeleVue Nagler 16mm Okular -> 62,5fache Vergrößerung.

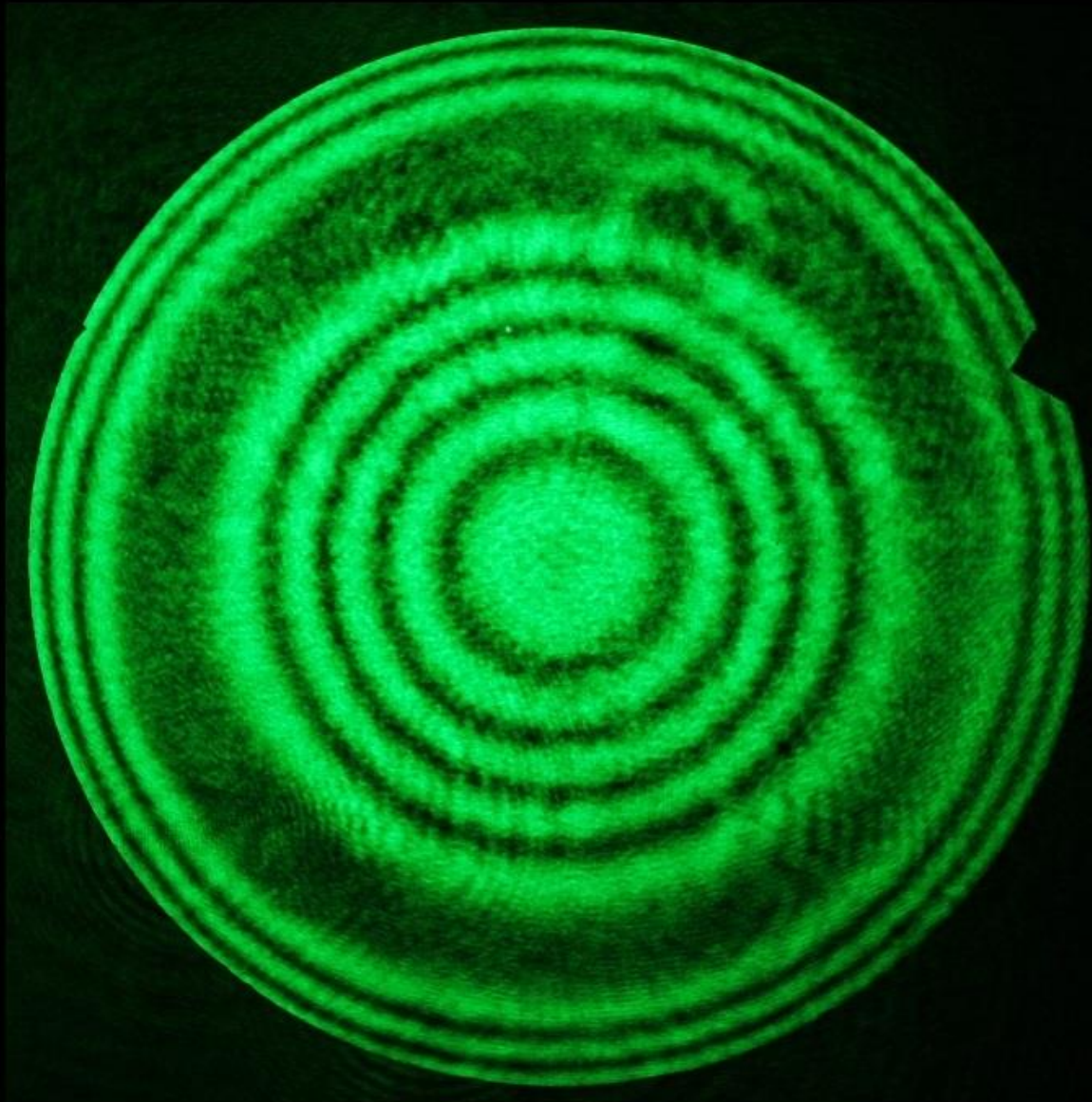
Kein Astigmatismus erkennbar. Nahezu perfektes Beugungsbild im Fokus. Kreisrunde Beugungsringe.

Klar definierter Fokus.



Der Öffnungsfehler kann bei diesem Testaufbau nicht bestimmt werden. Der Test dient lediglich als Ausschlusstest für Astigmatismus.

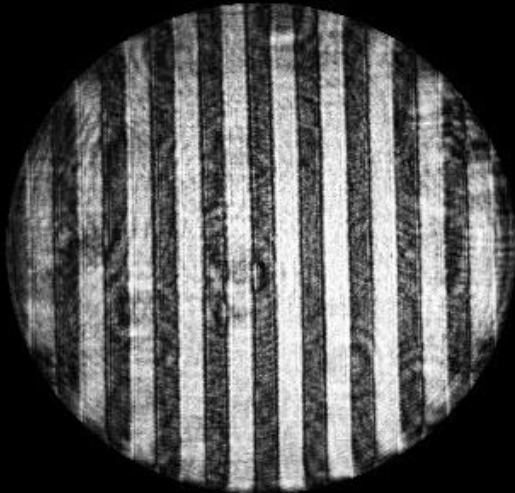
Prüfung auf Astigmatismus -> Interferogramm im Krümmungsmittelpunkt (ROC) mit Bath-Interferometer und grünem Laser mit 532nm Wellenlänge. Sehr symmetrische Interferenzringe. Kein Astigmatismus sichtbar. Die Kerbe auf 14:30 ist ein Haltebügel vom Spiegelteststand der ins Bild hineinragt.



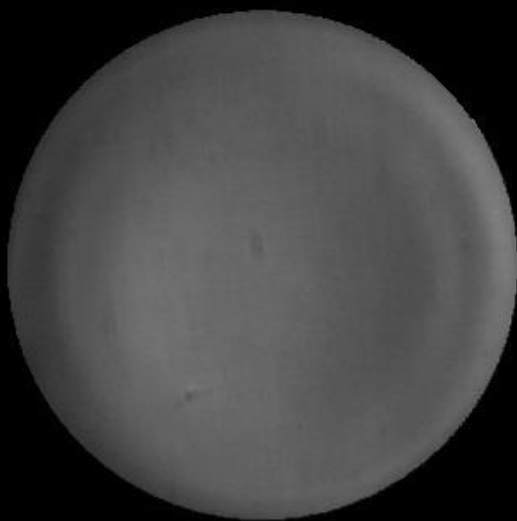
Ronchi, Foucault und Lyot-Test

Die ursprünglich mit grünem Laser (532nm) und rotem Interferenzfilter (656nm) aufgenommenen Bilder, wurden zur Kontraststeigerung per Software monochrom gefiltert. Alle Tests wurden mit Kompensationslinse aus dem Krümmungsmittelpunkt durchgeführt.

Ronchigitter mit 10 Linienpaaren/mm bei 532nm Wellenlänge. Perfekte sphärische Korrektur im Krümmungsradius bei 2014mm. Sehr gerade Ronchilinien. Intrafokal.



Foucault mit 10µm Lichtspalt bei 656nm Wellenlänge (Interferenzfilter mit 10nm Bandbreite). Ganz leichte Ringzone bei ca. 85% Durchmesser erkennbar. Ansonsten keine Fehler sichtbar.



Lyot mit 10µm Lichtspalt bei 656nm Wellenlänge (Interferenzfilter mit 10nm Bandbreite). Keine Rauheit oder Welligkeit sichtbar.



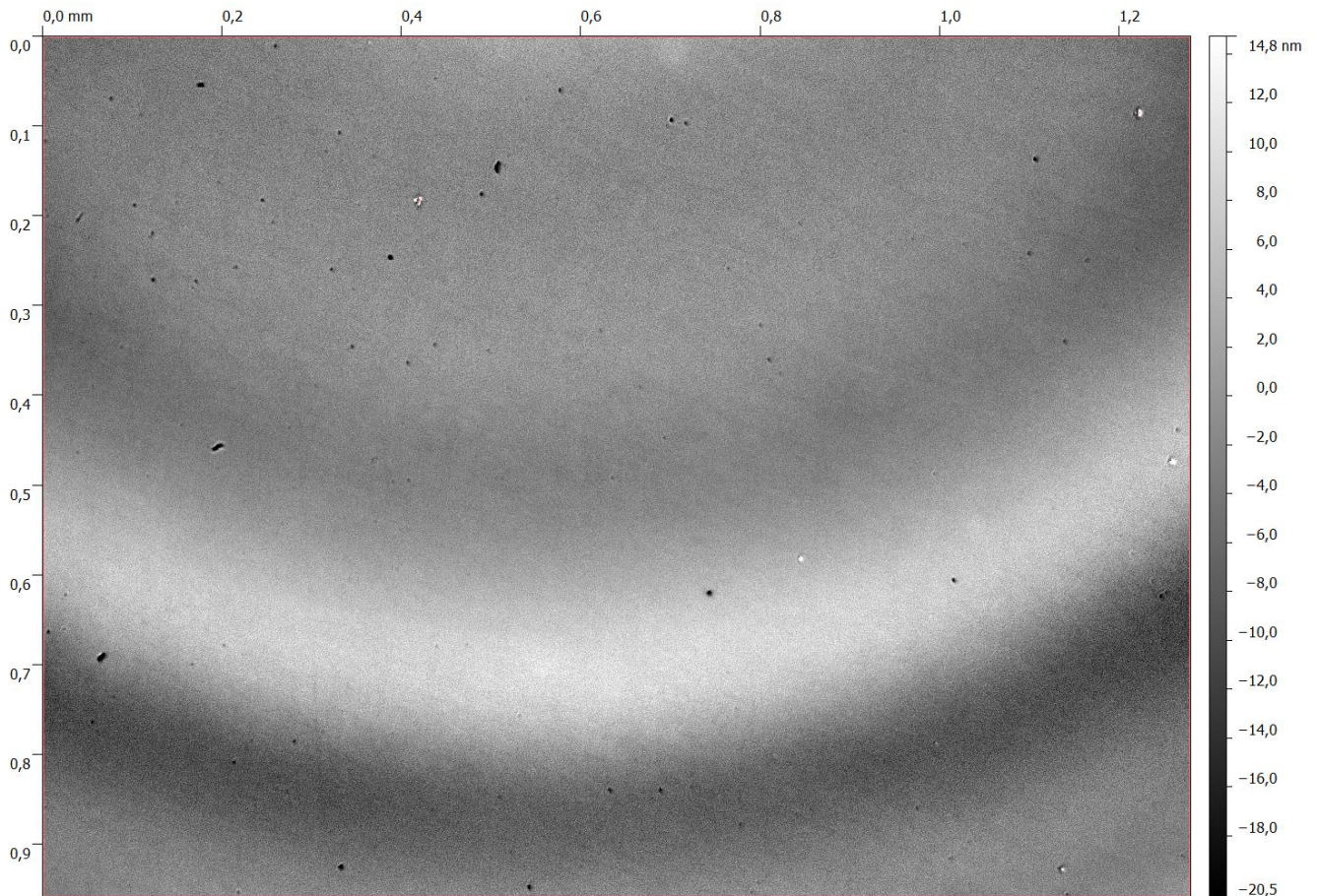
Rauheitsanalyse am optischen 3D-Profilier (lateral im Submillimeterbereich)

nach Verspiegelung der Oberfläche

Es wurde an 4 Stellen der 70% Zone des Spiegeldurchmessers gemessen. Gemessen wurde mit dem Nikon Interferometer Objektiv mit 5facher Vergrößerung. Die jeweils gemessene Fläche ist 1,228mm x 0,922mm groß.

Ausreißer sind im Oberflächenbild rot markiert und wurden von der Auswertung ausgeschlossen.

Messung 1:



Statistische Größen der gesamten Fläche:

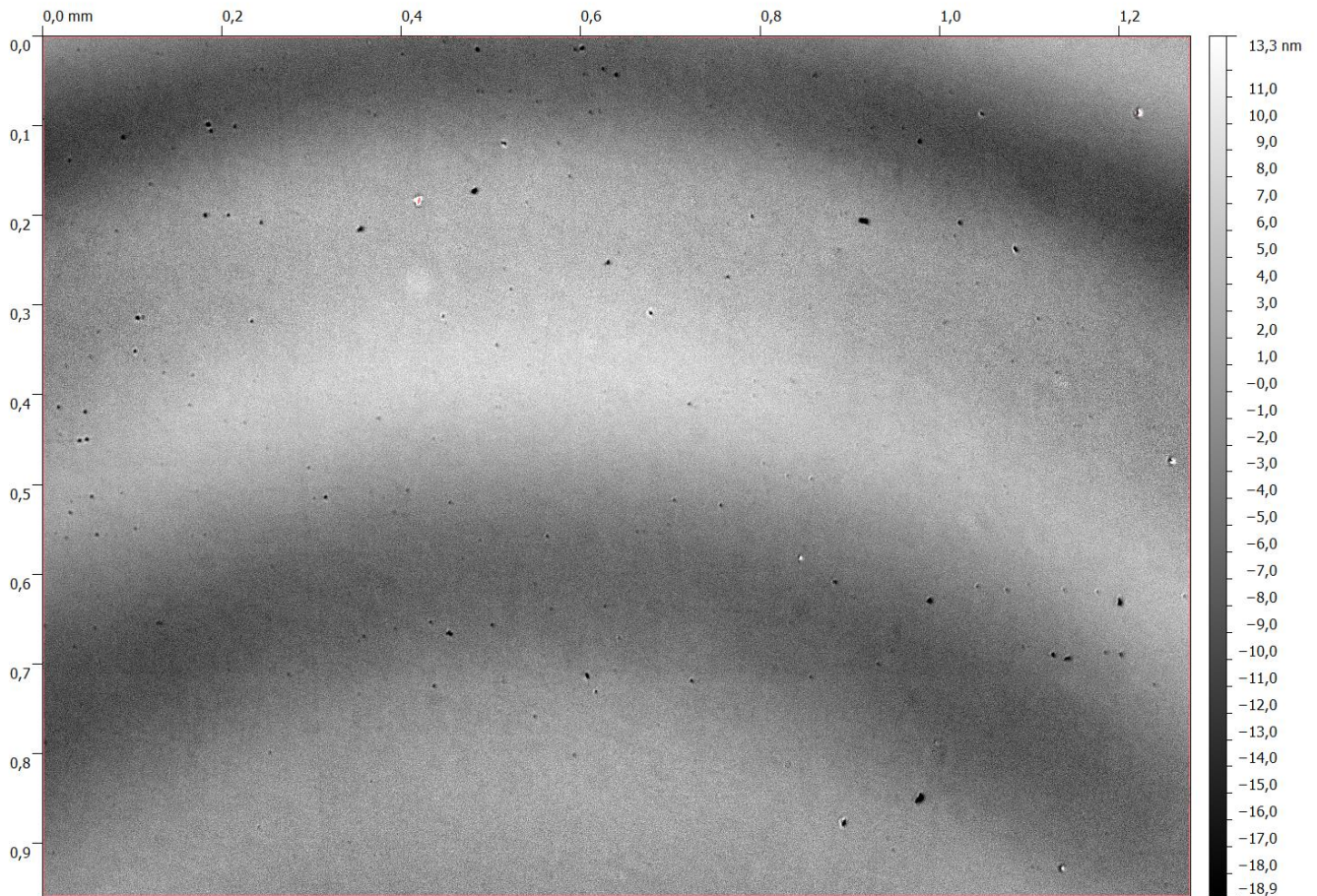
Average value:	-1,2 nm
Minimum:	-60,6 nm
Maximum:	+57,0 nm
Median:	-1,7 nm
Ra:	3,7 nm
Rms:	4,9 nm

Rauigkeits-Parameter nach ISO über eine senkrechte Linie durch die Mitte des Bildes:

Amplitude:

Roughness average	(Ra): 1,4 nm
Root mean square roughness	(Rq): 1,9 nm
Average maximum height of the profile	(Rz): 11,4 nm
Waviness average	(Wa): 3,0 nm
Root mean square waviness	(Wq): 4,2 nm
Waviness maximum height	(Wy=Wmax): 17,5 nm

Messung 2:



Statistische Größen der gesamten Fläche:

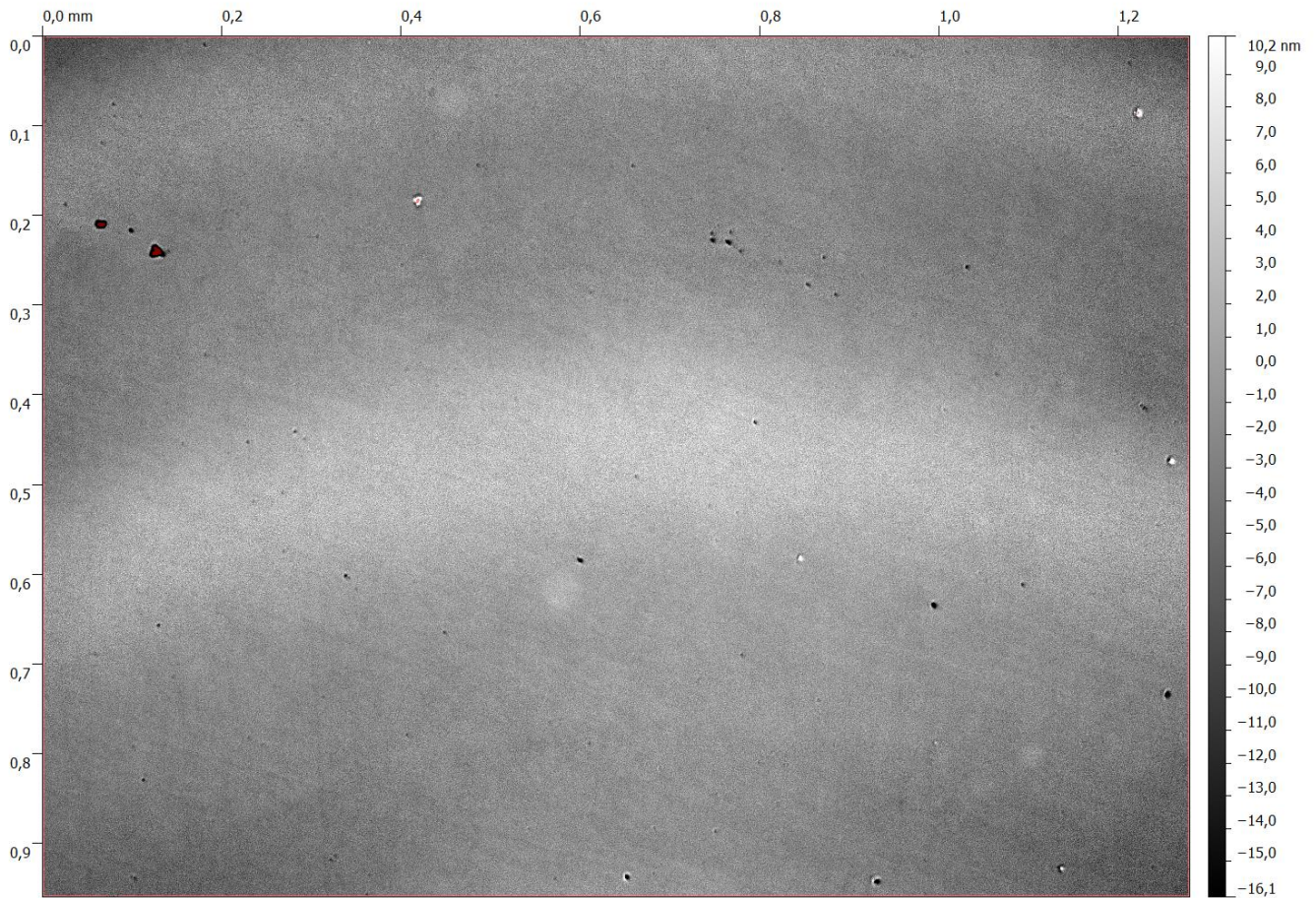
Average value:	-1,2 nm
Minimum:	-56,7 nm
Maximum:	+60,1 nm
Median:	-1,0 nm
Ra:	4,2 nm
Rms:	5,0 nm

Rauigkeits-Parameter nach ISO über eine senkrechte Linie durch die Mitte des Bildes:

Amplitude

Roughness average	(Ra): 1,3 nm
Root mean square roughness	(Rq): 1,7 nm
Maximum height of the roughness	(Rt): 12,0 nm
Average maximum height of the profile	(Rz): 10,9 nm
Waviness average	(Wa): 3,9 nm
Root mean square waviness	(Wq): 4,6 nm
Waviness maximum height	(Wy=Wmax): 15,2 nm

Messung 3:



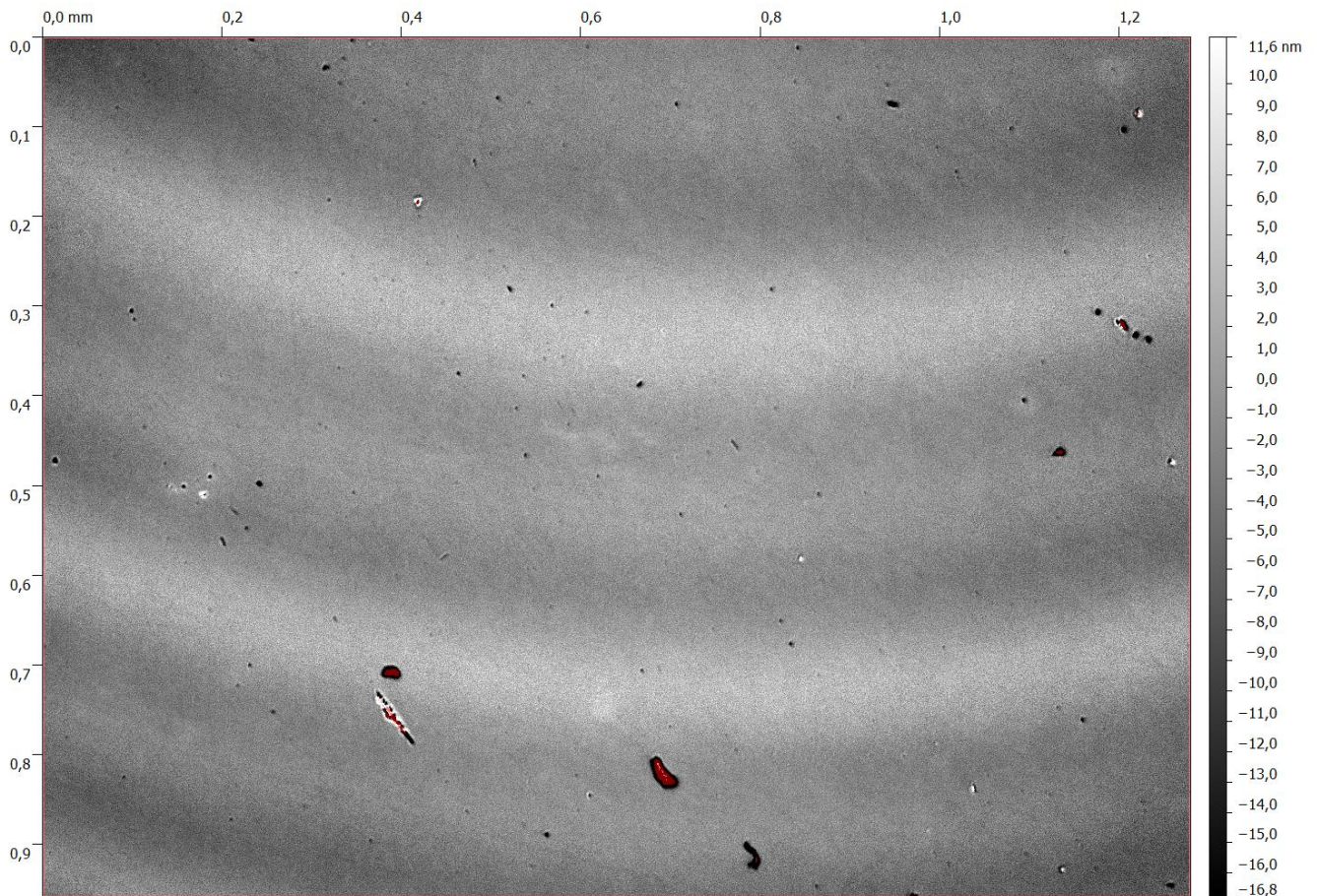
Statistische Größen der gesamten Fläche:

Average value: -1,2 nm
Minimum: -58,5 nm
Maximum: +58,9 nm
Median: -1,3 nm
Ra: 2,4 nm
Rms: 3,1 nm

Rauigkeits-Parameter nach ISO über eine senkrechte Linie durch die Mitte des Bildes:

Amplitude
Roughness average (Ra): 0,9 nm
Root mean square roughness (Rq): 1,2 nm
Average maximum height of the profile (Rz): 7,2 nm
Waviness average (Wa): 1,6 nm
Root mean square waviness (Wq): 2,0 nm
Waviness maximum height (Wy=Wmax): 6,4 nm

Messung 4:



Statistische Größen der gesamten Fläche:

Average value: -1,1 nm
Minimum: -60,0 nm
Maximum: +59,5 nm
Median: -1,2 nm
Ra: 2,7 nm
Rms: 3,5 nm

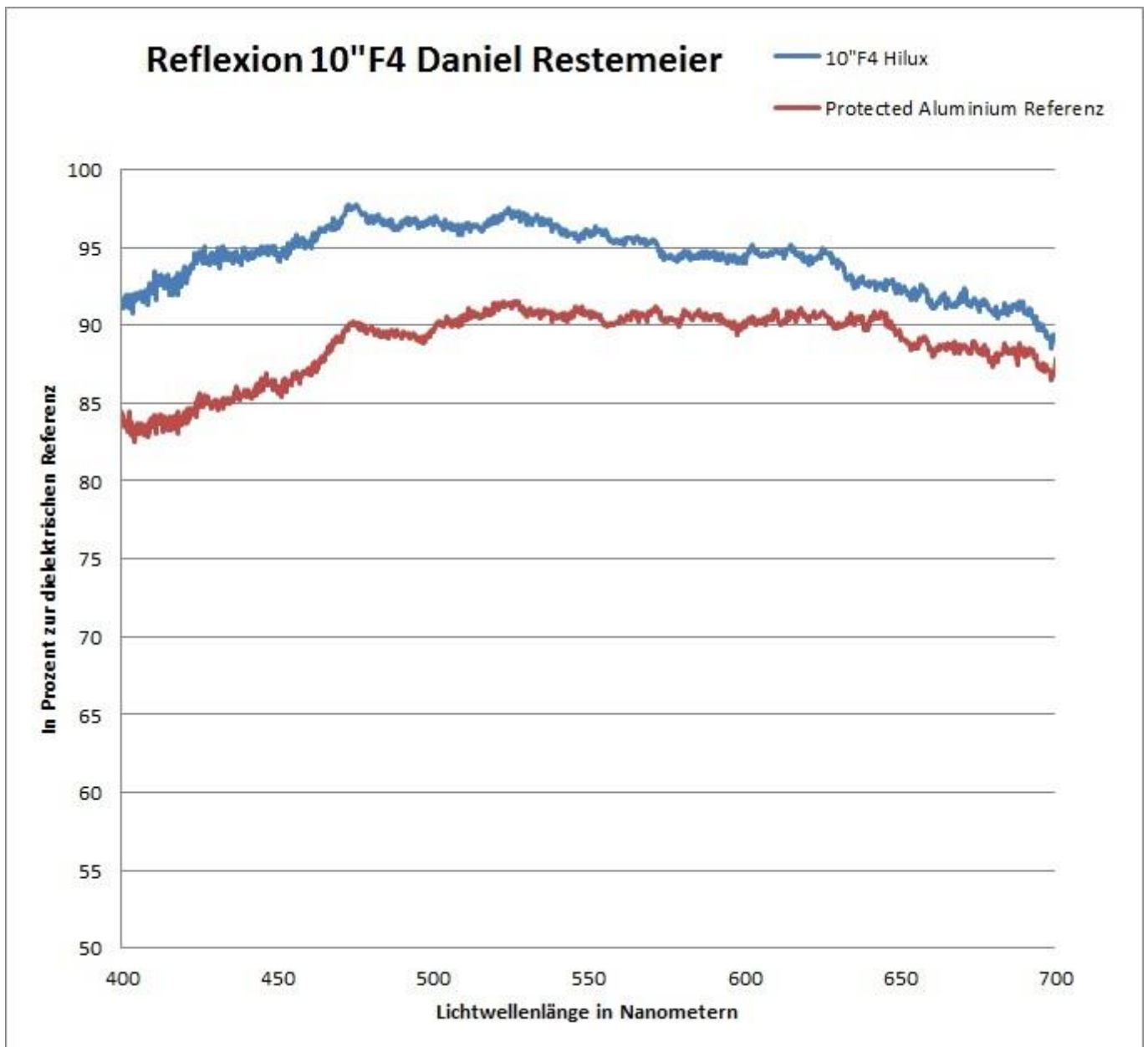
Rauigkeits-Parameter nach ISO über eine senkrechte Linie durch die Mitte des Bildes:

Amplitude

Roughness average	(Ra): 1,3 nm
Root mean square roughness	(Rq): 1,6 nm
Average maximum height of the profile	(Rz): 10,0 nm
Waviness average	(Wa): 1,9 nm
Root mean square waviness	(Wq): 2,3 nm
Waviness maximum height	(Wy=Wmax): 7,9 nm

Ohne die Welligkeiten, die durch noch leicht sichtbare Interferenzstreifen entstehen, also nicht zur Spiegelstruktur gehören, ergibt sich eine Rauheit der Spiegeloberfläche im Bereich von 1-2 Nanometern. Das entspricht bei 660nm Messwellenlänge einem Wert von 0,004 Wave, was extrem gering ist und praktisch keine Strehlminderung verursacht.

Reflexionsmessung nach Verspiegelung der Oberfläche bei Orion UK (Hilux - enhanced aluminium coating)



Die Reflexionskurve der Spiegeloberfläche gleicht im Verlauf der Kurve der Protected Aluminium Referenz. Allerdings liegt die Kurve des Prüflings im Maximum wesentlich höher als die Protected Aluminium Referenz und liegt im gesamten sichtbaren Spektrum deutlich über der Referenzkurve.

Im Wellenlängenbereich von 400-700nm liegt die Reflexion des Prüflings bei durchschnittlich 94,4% und damit 5,6% höher als die Reflexion der Referenz. Im Wellenlängenbereich von 500-600nm, in dem das Auge am empfindlichsten ist, liegt die Reflexion des Prüflings bei durchschnittlich 95,7% und damit 5,1% höher als die durchschnittliche Reflexion der Referenz.