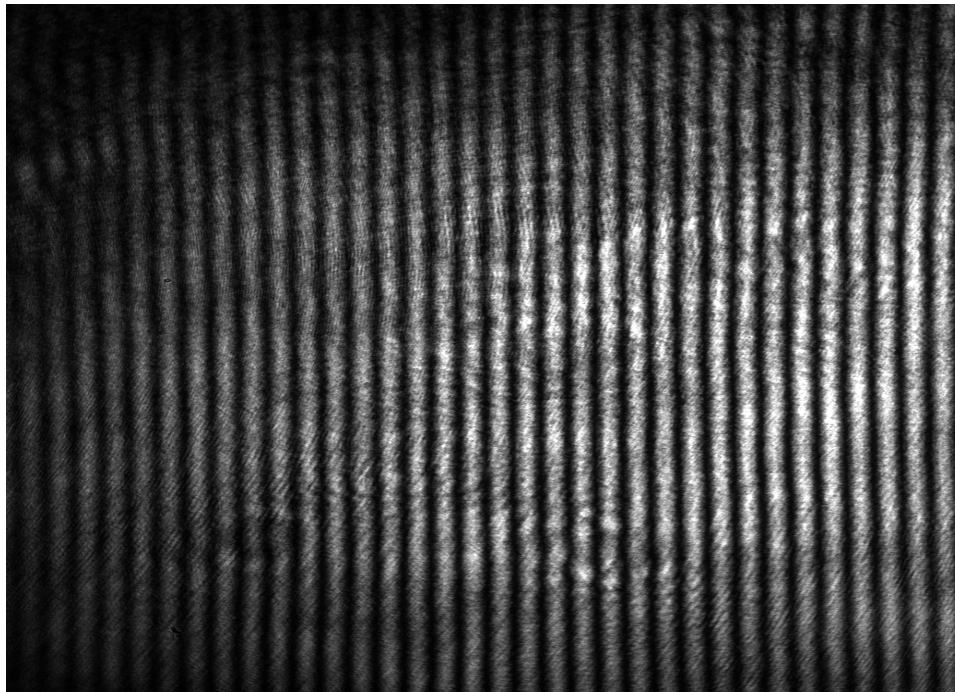


nm := $10^{-9} \cdot \text{m}$ $\mu\text{m} := 10^{-6} \cdot \text{m}$

Bilder einlesen

Ohne Störung

B := BMPLESEN("ref3.bmp")



B

Pixelgröße des Bildes Z := zeilen(B) S := spalten(B)

Ab welcher Spalte soll die Auswertung erfolgen (Qualität der Bilder) Ab := 0

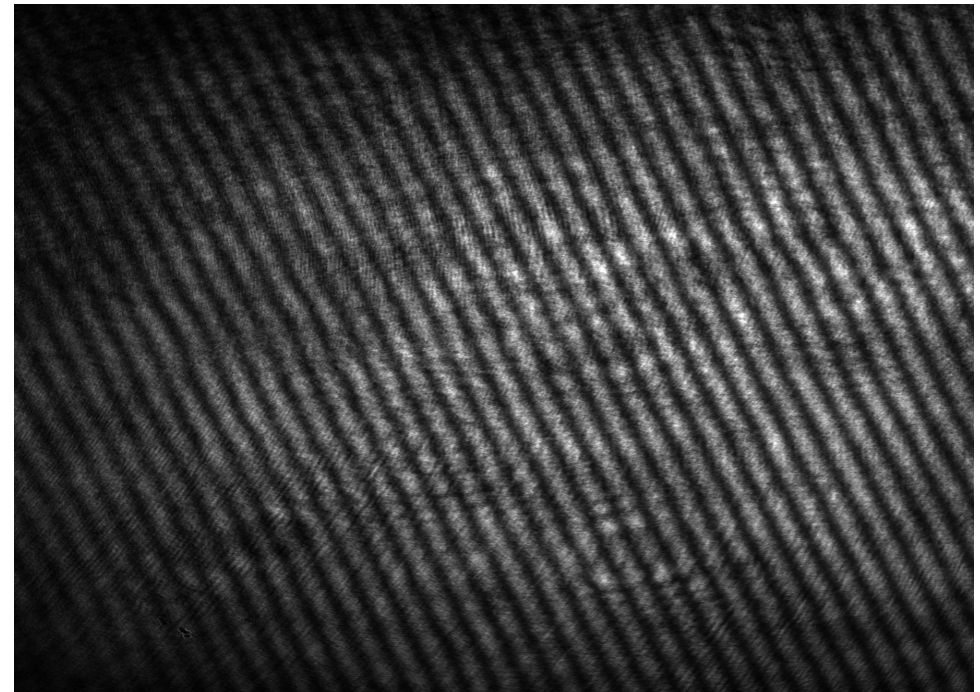
Laufvariablen für Zeilen und Palten s := 0 .. S - 1 z := 0 .. Z - 1

Ausgesuchte Zeile oder Spalte s1 := 50 z1 := 750

Kalibrierungsfaktor der Kamera (Größe Pixelabbildung) K := $10 \cdot \mu\text{m}$ $x_s := s \cdot K$

Mit Störung

B1 := BMPLESEN("laserbrille3.bmp")



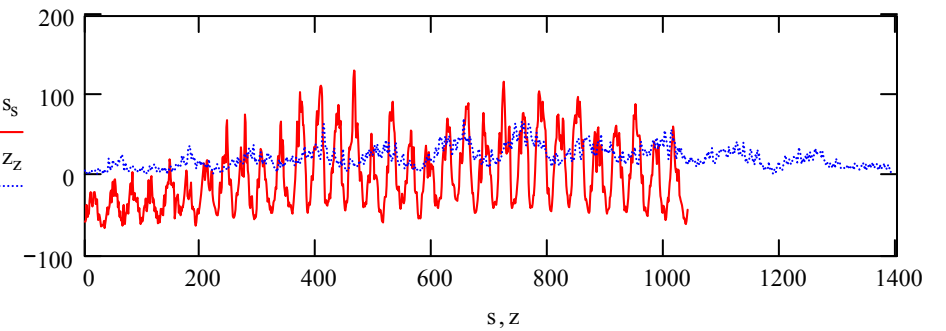
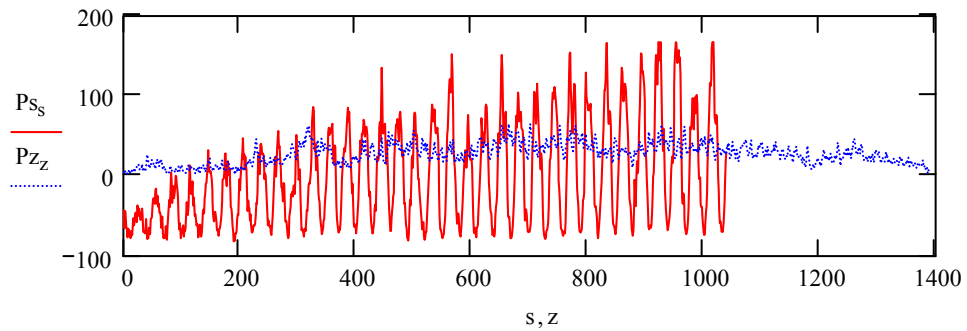
B1

S := S - Ab **S = 1**

Auslesen einer Spalte / Zeile und Abzug Mittelwert

$P_{s_s} := B_{z1, s+Ab}$ $P_{z_z} := B_{z, s1}$ $P_s := P_s - \text{mittelwert}(P_s)$

$P1s_s := B1_{z1, s+Ab}$ $P1z_z := B1_{z, s1}$ $P1s := P1s - \text{mittelwert}(P1s)$

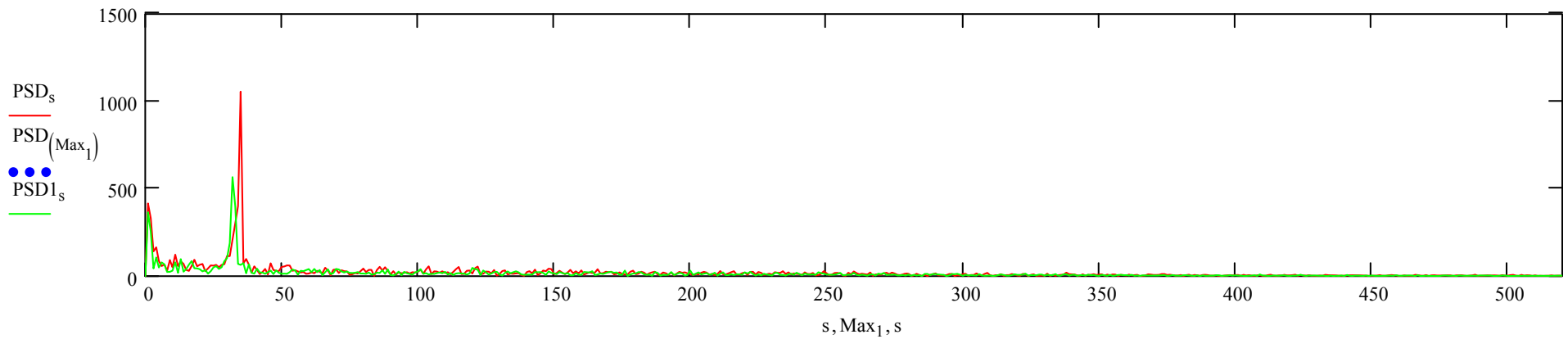


Filterung (optional)

$\text{Spektrum} := \text{cfft}(P_s)$ $\text{PSD}_s := |\text{Spektrum}_s|$

$\text{Spektrum1} := \text{cfft}(P1s)$ $\text{PSD1}_s := |\text{Spektrum1}_s|$

$\text{Max} := \text{WhereIsValue}(\text{PSD}, \text{max}(\text{PSD}))$



$\text{Filterlaenge} := 50$

$\text{Filter} := \text{bandpass}(0.02, 0.1, \text{Filterlaenge}, 3)$

$P_sF := \text{response}(P_s, \text{Filter}, S + \text{Filterlaenge})$

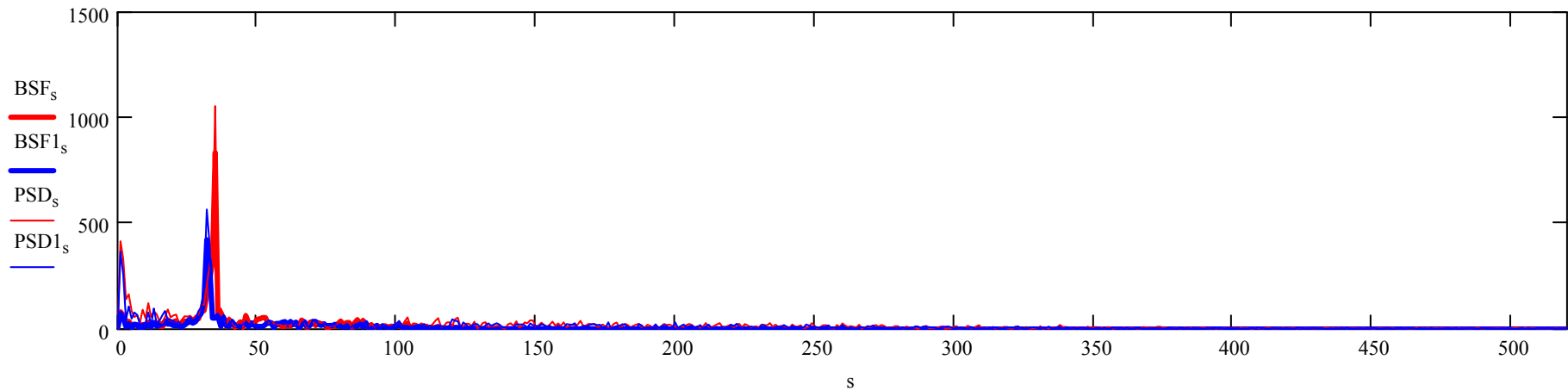
$P1sF := \text{response}(P1s, \text{Filter}, S + \text{Filterlaenge})$

Einschalten für Filterung $P_{s_s} := PsF_{s+\frac{\text{Filterlaenge}}{2}}$

$SF := \text{cfft}(Ps)$ $BSF_s := |SF_s|$

Einschalten für Filterung $P1s_s := P1sF_{s+\frac{\text{Filterlaenge}}{2}}$

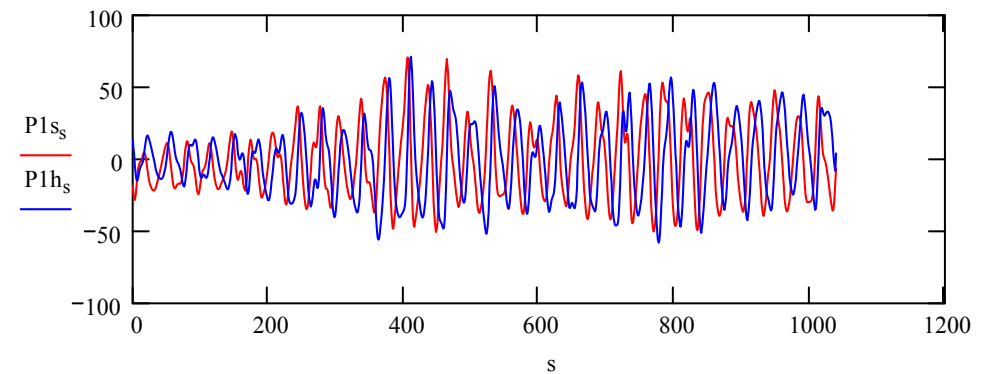
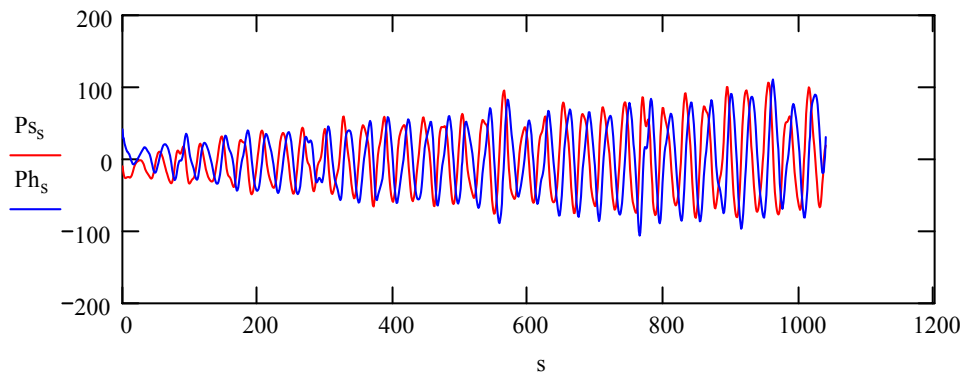
$SF1 := \text{cfft}(P1s)$ $BSF1_s := |SF1_s|$



Berechnung und Darstellung Hilberttransformation (90° örtlich phasenverschobenes Signal)

Hilberttransformation $Ph := \text{hilbert}(Ps)$ $Pc_s := Ps_s + j \cdot Ph_s$

$P1h := \text{hilbert}(P1s)$ $P1c_s := P1s_s + j \cdot P1h_s$

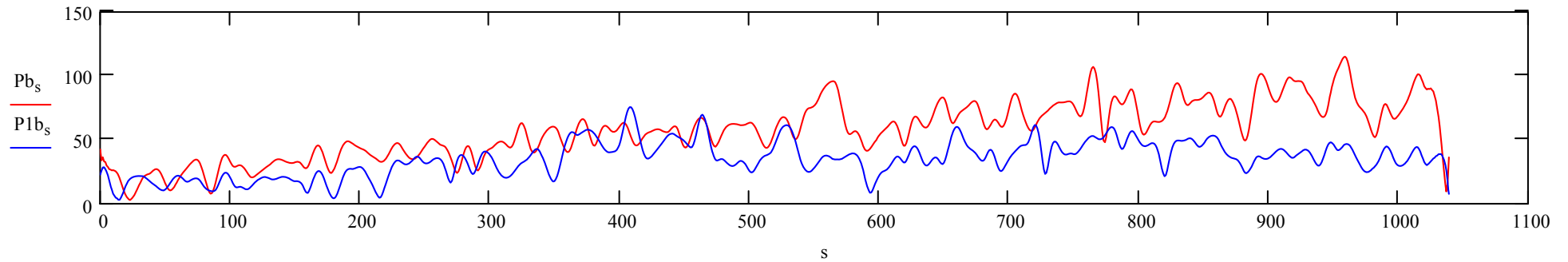


Berechnung Betrag und Phase und Phasenkorrektur

Beträge

$$Pb_s := |Pc_s|$$

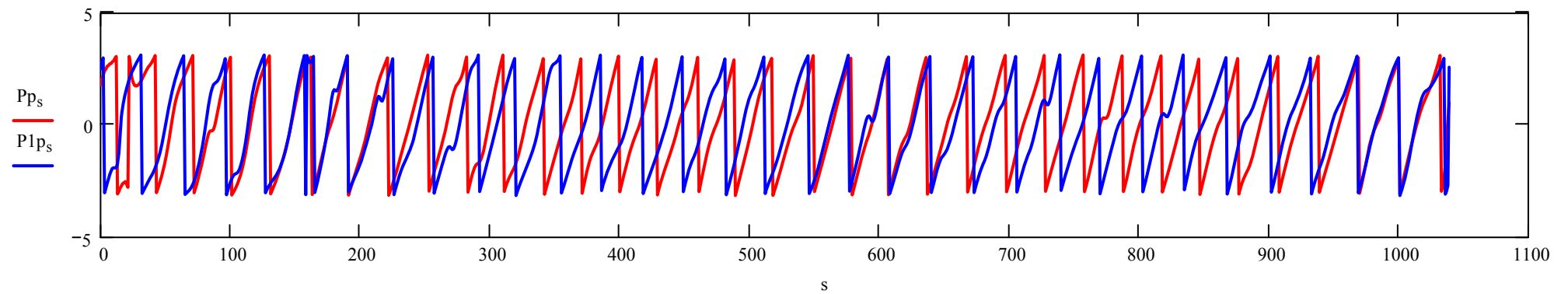
$$P1b_s := |P1c_s|$$



Phasen

$$Pp_s := \arg(Pc_s)$$

$$P1p_s := \arg(P1c_s)$$



Korrigierte Phasen

$$Ppk := \text{phasecor}(Pp)$$

$$P1pk := \text{phasecor}(P1p)$$

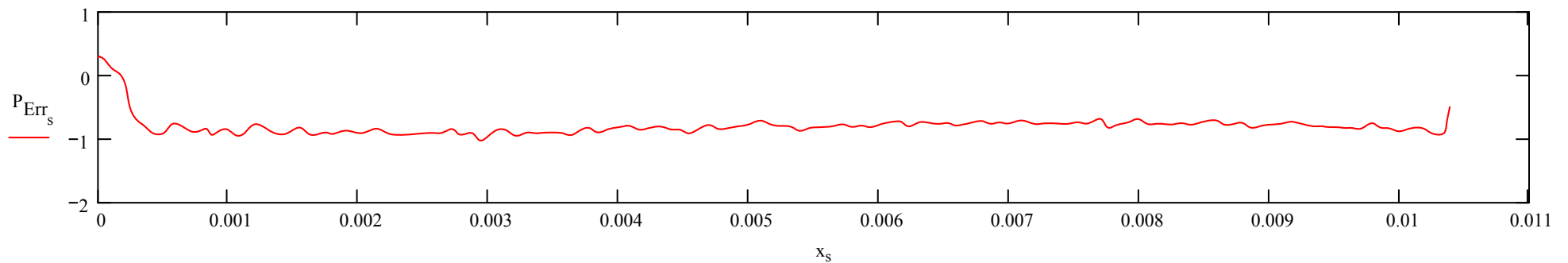
Im ungestörten Bild sollte eine lineare Phasenänderung zu erkennen sein --> lineare Regression der Phase im ungestörten Bild ergibt Qualitätsinformation der Abbildung

$$\text{Reg} := \text{linie}(x, Ppk) \quad \text{Reg} = \begin{pmatrix} -5.008 \\ 2.096 \times 10^4 \end{pmatrix} \frac{1}{\text{m}}$$

Geradengleichung für Perioden

$$P_s := \left(\frac{\text{Reg}_1}{2 \cdot \pi} \cdot K \cdot s \right) + \frac{\text{Reg}_0}{2 \cdot \pi} \cdot K \quad \frac{\text{Reg}_1}{2 \cdot \pi} \cdot K = 0.033$$

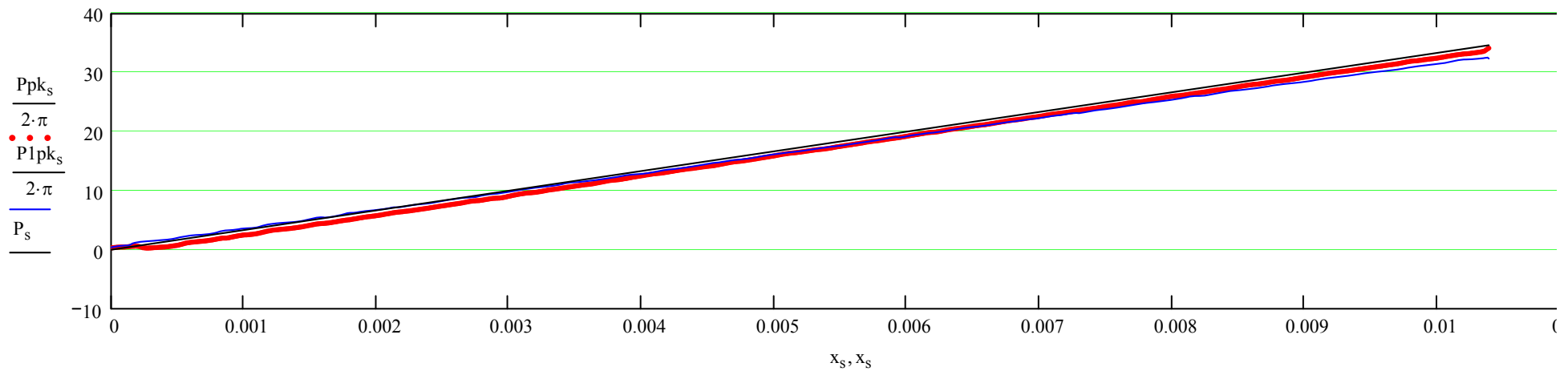
Abweichung des ungestörten Bildes von der Geradengleichung $P_{Err_s} := \frac{P_{pk_s}}{2 \cdot \pi} - P_s$



Mittlere Anzahl von Perioden pro Pixelgröße berechnet aus Originalbild (sollte kleiner als 0.1 sein)

$$\frac{Reg_1}{2 \cdot \pi} \cdot K = 0.033$$

Darstellung der korrigierten Phasen



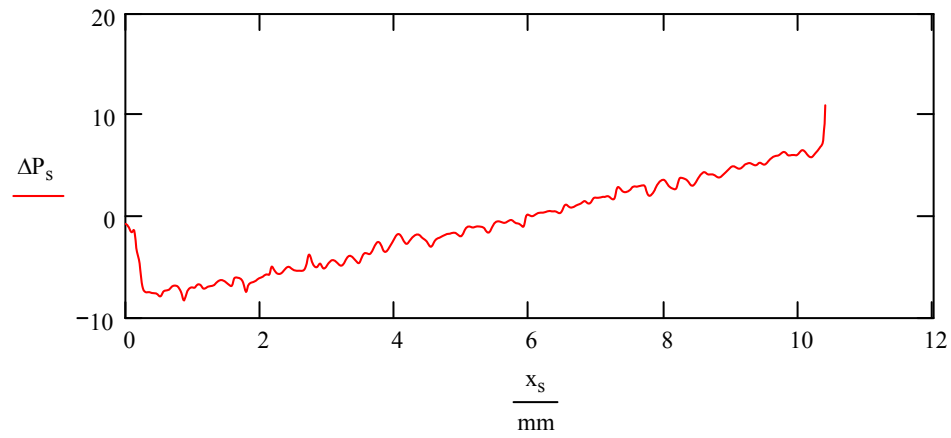
Phasendifferenz $\Delta P_s := P_{pk_s} - P_{1pk_s}$

Umwandlung Phasendifferenz in Dickenänderung
 2π entsprechen Dickenänderung von λ im Material (λ / n)

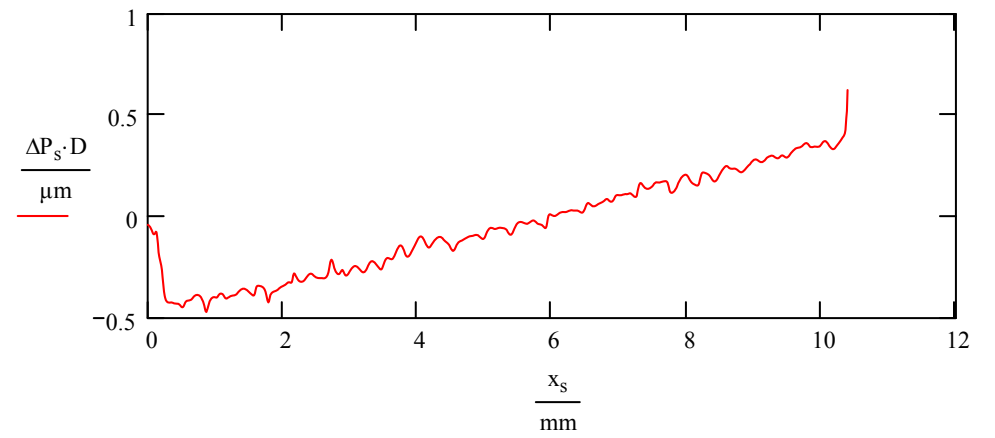
Brechungsindex $n := 1.49$ Wellenlänge $\lambda := 532 \cdot \text{nm}$ $D := \frac{\lambda}{2 \cdot \pi \cdot n}$ $D = 56.826 \text{ nm}$

Ergebnisse

Phasendifferenz in rad



Dickendifferenz in μm





0.011