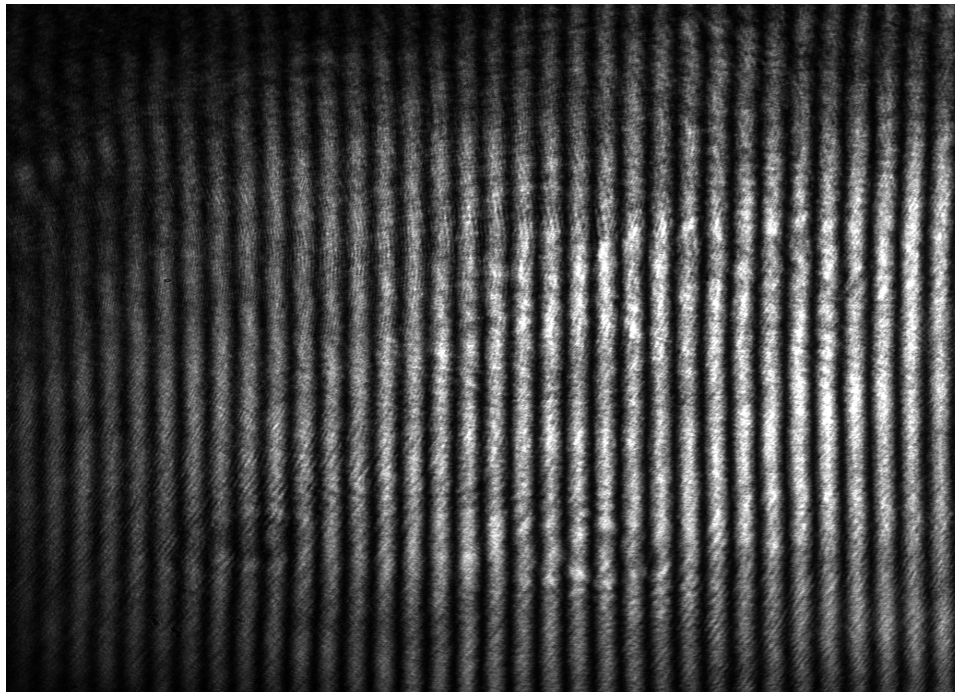


nm :=  $10^{-9} \cdot \text{m}$        $\mu\text{m} := 10^{-6} \cdot \text{m}$

## Bilder einlesen

### Ohne Störung

B := BMPLESEN("ref2.bmp")



B

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

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

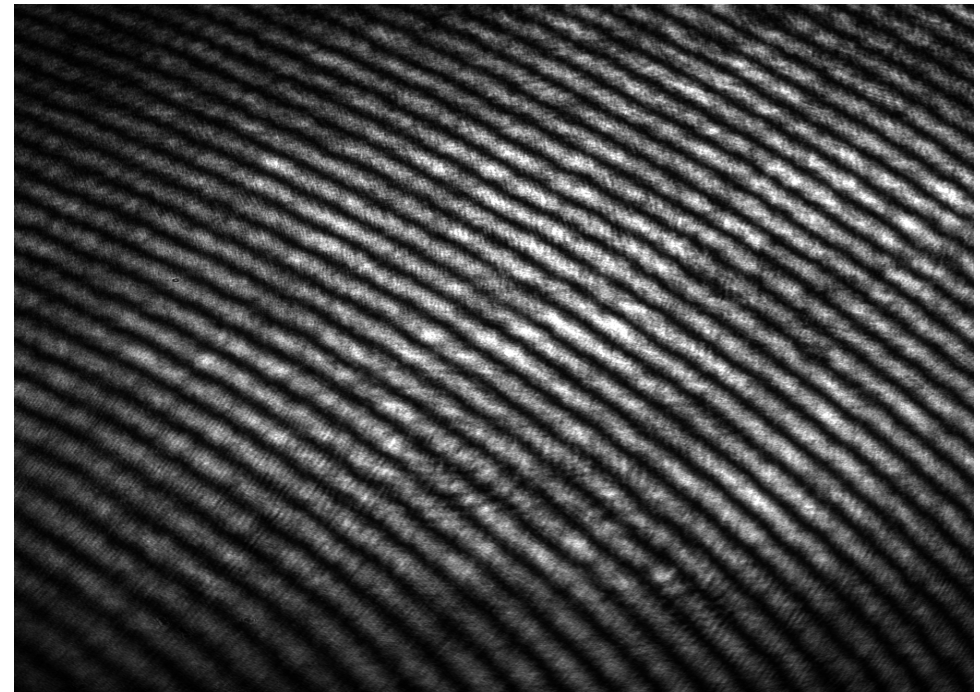
Laufvariablen für Zeilen und Palten    s := 0 .. S - 1      z := 0 .. Z - 1

Ausgesuchte Zeile oder Spalte    s1 := 50      z1 := 880

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

### Mit Störung

B1 := BMPLESEN("Brille2.bmp")



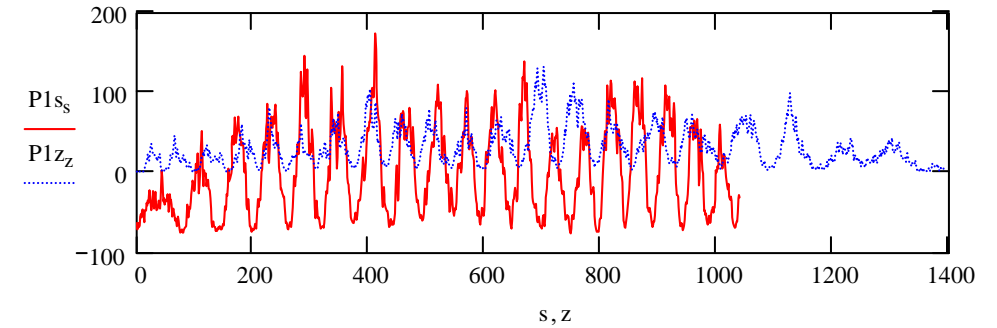
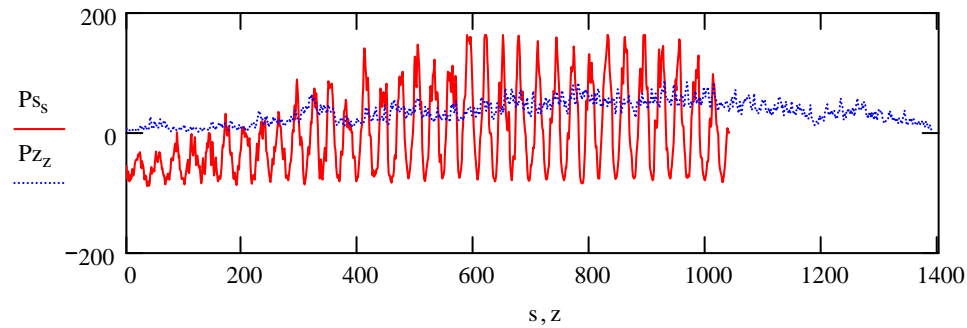
B1

S := S - Ab      **S = 1**

## Auslesen einer Spalte / Zeile und Abzug Mittelwert

$Ps_s := B_{z1,s+Ab}$      $Pz_z := B_{z,s1}$      $Ps := Ps - \text{mittelwert}(Ps)$

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

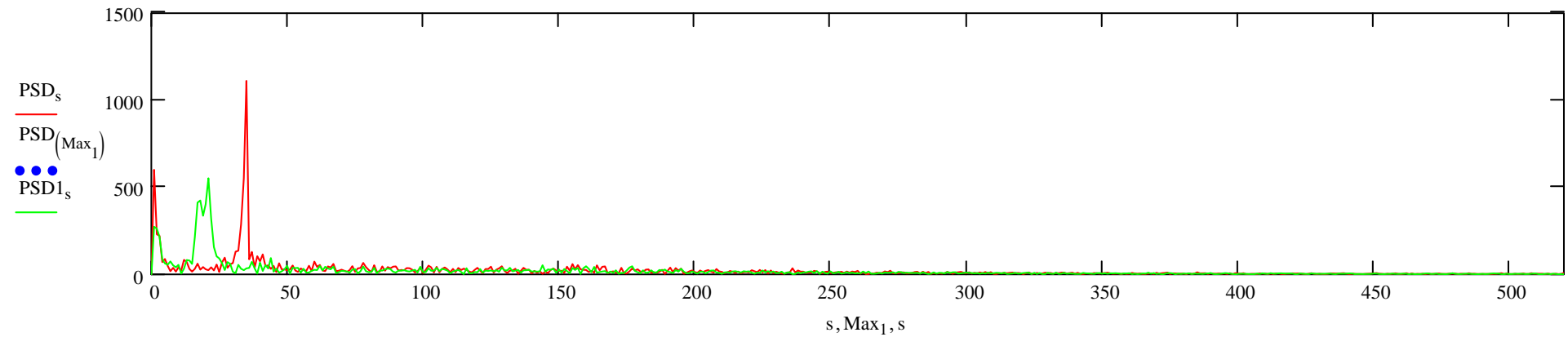


## Filterung (optional)

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

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

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



$\text{Filterlaenge} := 50$

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

$PsF := \text{response}(Ps, \text{Filter}, S + \text{Filterlaenge})$

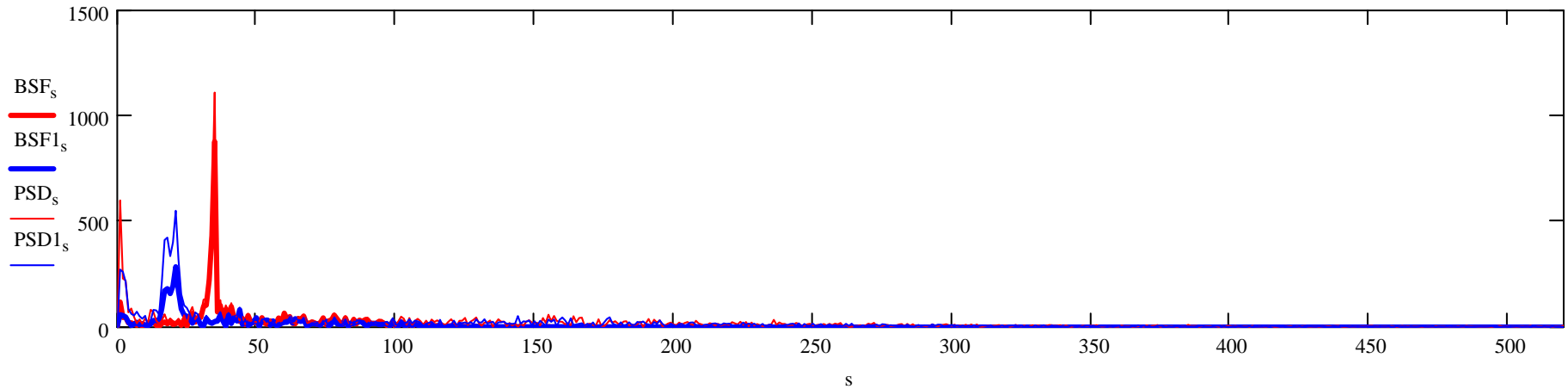
$P1sF := \text{response}(P1s, \text{Filter}, S + \text{Filterlaenge})$

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

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

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

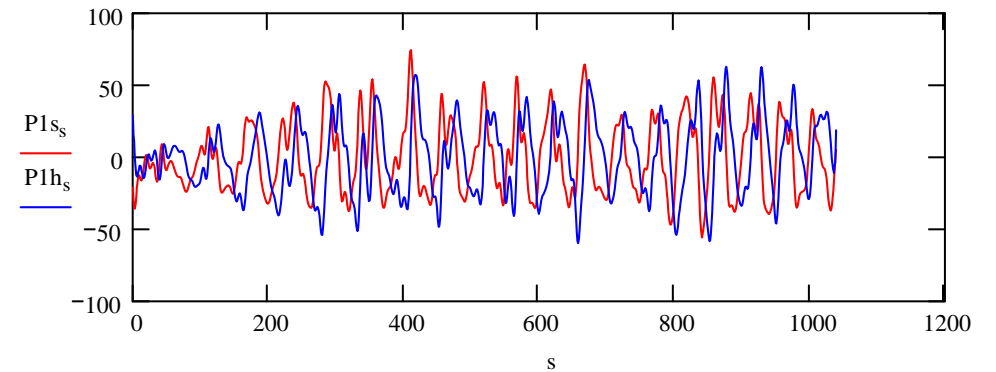
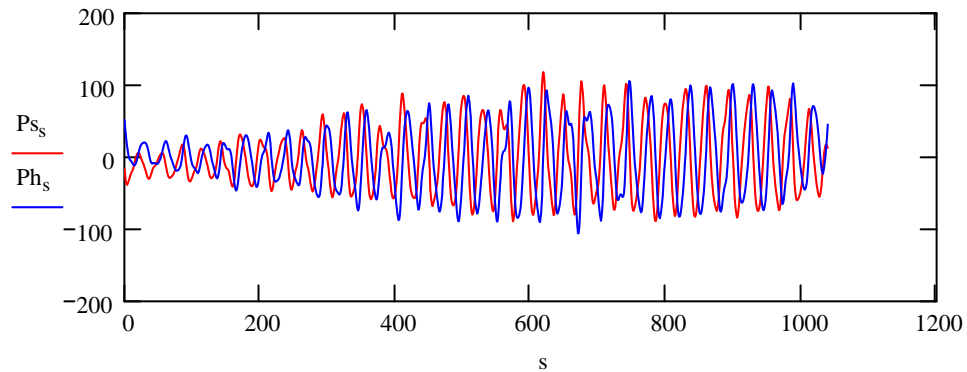
$SF1 := \text{cfft}(P1s)$      $BSF1_s := |SF1_s|$



### Berechnung und Darstellung Hilberttransformation (90° örtlich phasenverschobenes Signal)

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

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

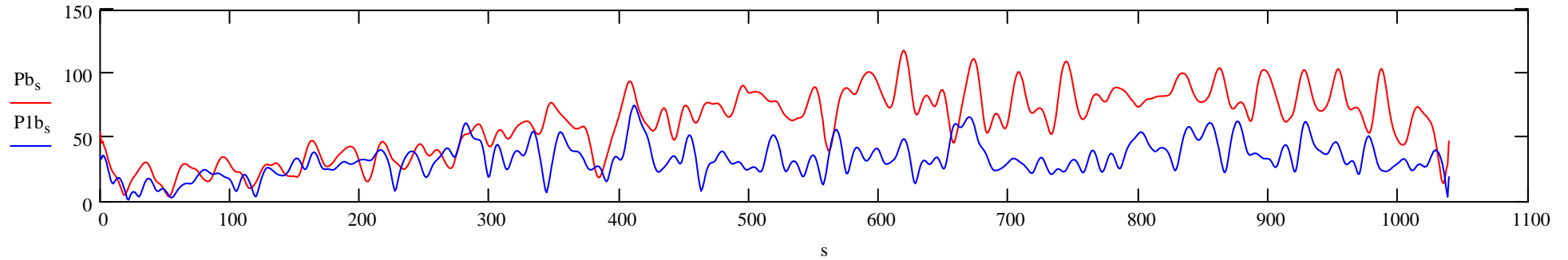


## Berechnung Betrag und Phase und Phasenkorrektur

Beträge

$$Pb_s := |Pc_s|$$

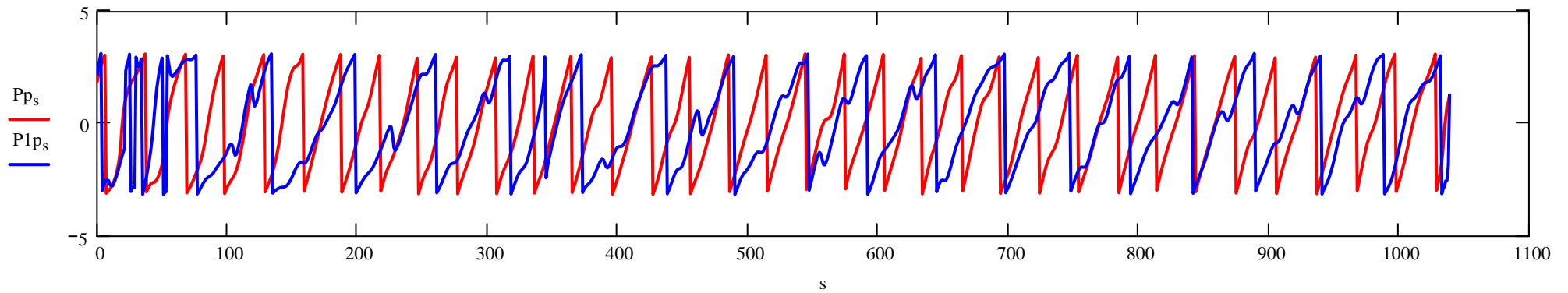
$$P1b_s := |P1c_s|$$



Phasen

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

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



Korrigierte Phasen

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

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

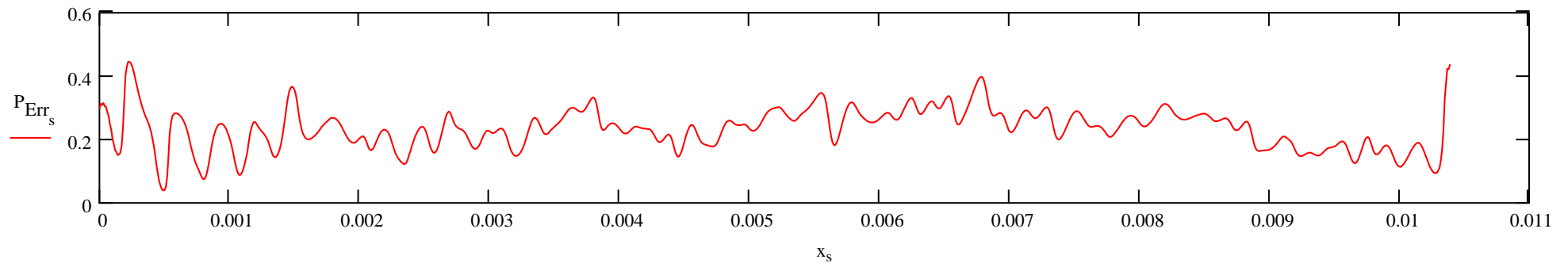
Im ungestörten Bild sollte eine lineare Phasenänderung zu erkennen sein --> lineare Regression der Phase im ungestörten Bild ergibt Qualitätsinformation der Abbildung

$$\text{Reg} := \text{linie}(x, Ppk) \quad \text{Reg} = \begin{pmatrix} 1.467 \\ 2.103 \times 10^4 \end{pmatrix} \frac{1}{\text{m}}$$

Geradengleichung für Perioden

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

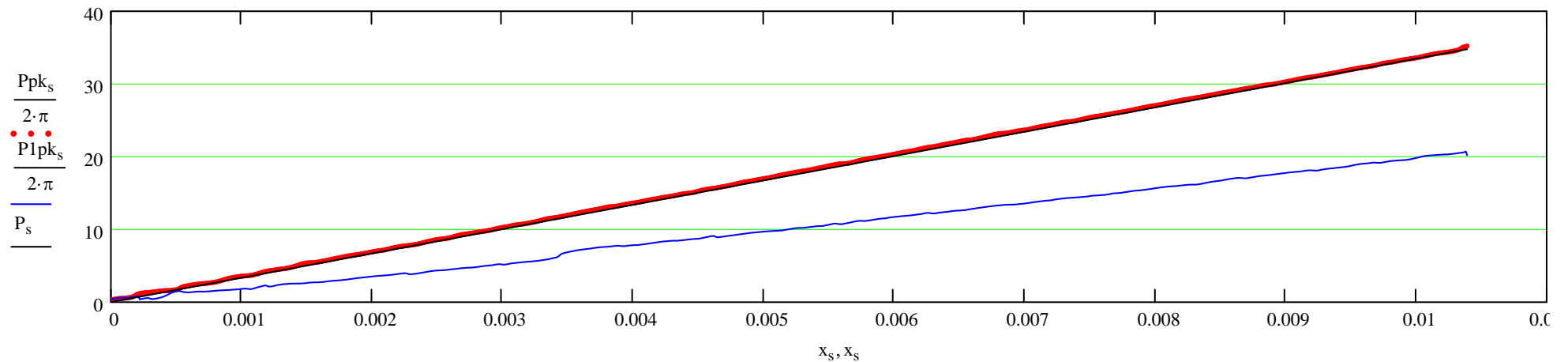
Abweichung des ungestörten Bildes von der Geradengleichung  $P_{Err_s} := \frac{P_{pk_s}}{2 \cdot \pi} - P_s$



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  $\Delta P_s := P_{pk_s} - P_{l_{pk_s}}$

Umwandlung Phasendifferenz in Dickenänderung

$2\pi$  entsprechen Dickenänderung von  $\lambda$  im Material ( $\lambda / n$ )

Brechungsindex  $n := 1.49$

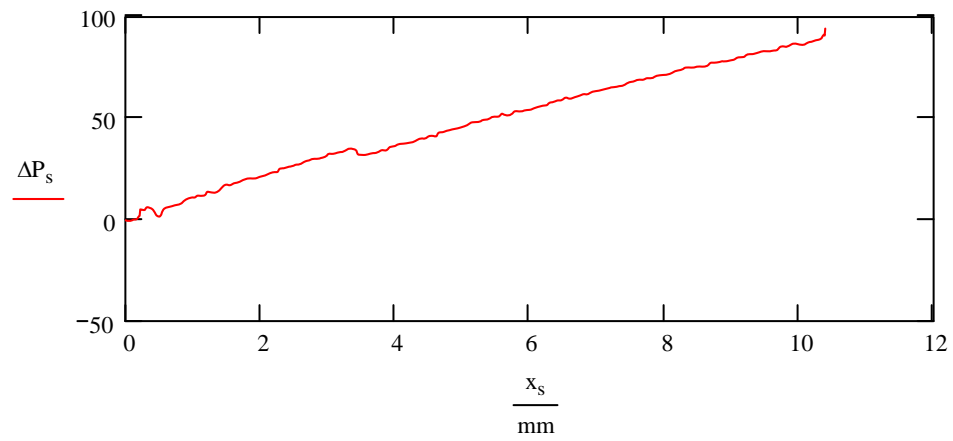
Wellenlänge  $\lambda := 532 \cdot \text{nm}$

$$D := \frac{\lambda}{2 \cdot \pi \cdot n}$$

$D = 56.826 \text{ nm}$

## Ergebnisse

Phasendifferenz in rad



Dickendifferenz in  $\mu\text{m}$

