

MATLAB in der Industrie

RWTH Aachen MATLAB Day 2019

Roland Priem, VOLAS GmbH

Inhalt

- Kurze Vorstellung der VOLAS
- Beispiele für den Einsatz von MATLAB
 - Auswertung von Messdaten
 - In-House Apps
 - Simulink

VOLAS GmbH

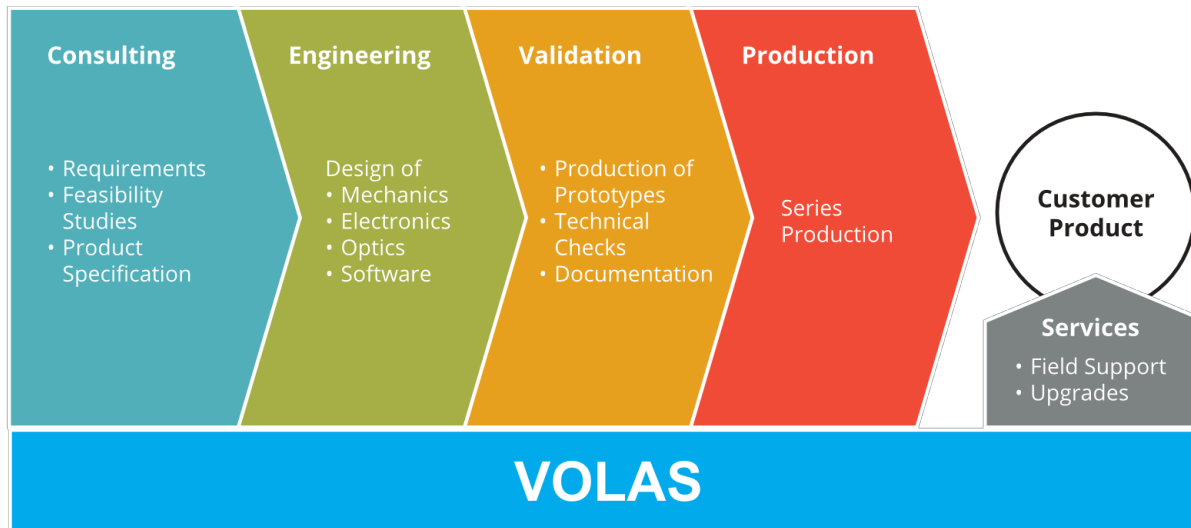


- Gegründet 2014
- 4 Mitarbeiter
- Sitz in Aachen
- Entwicklung und Produktion von Sensoren und Geräten zur Geometrieprüfung mit optischen Messverfahren

Friedrich Vollmer Feinmessgerätebau GmbH (die „große Schwester“)

- Gegründet 1963
- ca. 100 Mitarbeiter
- Sitz in Hagen
- Messgeräte für Dicke und Planheit von (Metall-)band
- Walzwerksregelungen
- ...



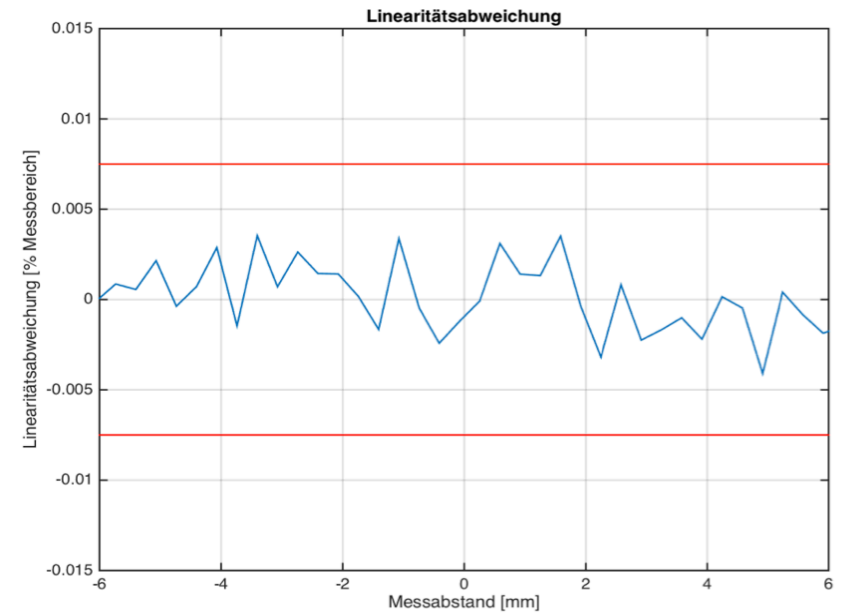
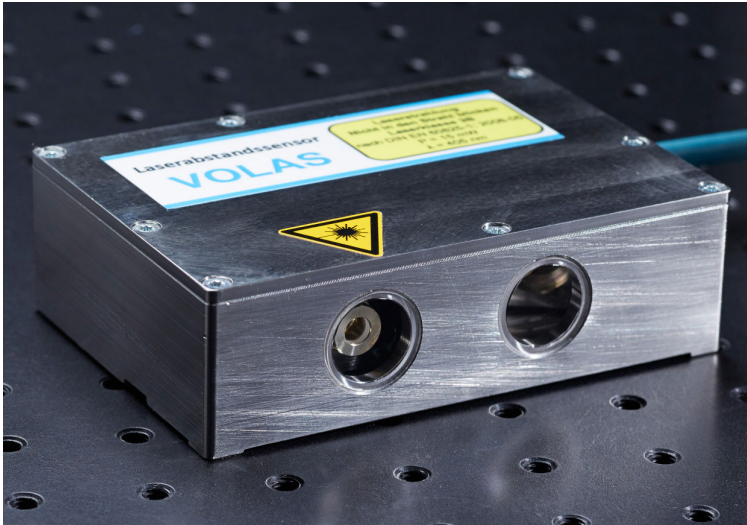


- OEM-Lieferant für hochspezialisierte kundenspezifische Messsysteme
- Entwicklung in enger Zusammenarbeit mit dem OEM-Kunden
- Eigene Fertigung (Endmontage, Kalibrierung und Qualifizierung)

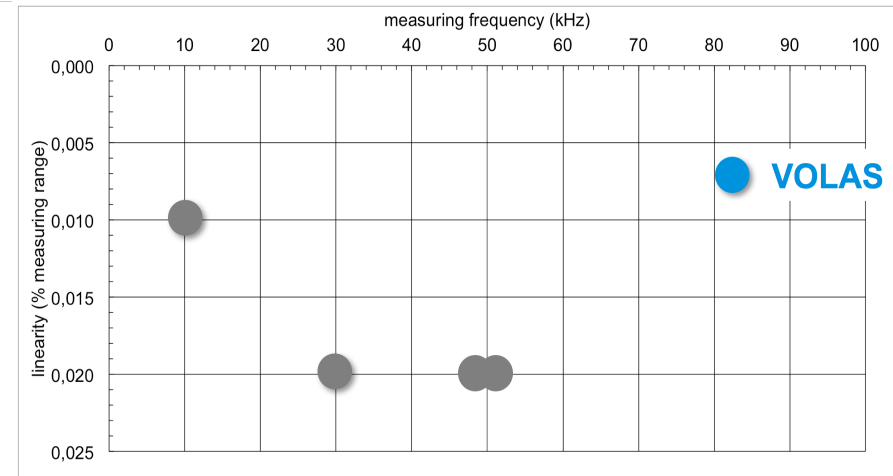
Entwicklungskompetenzen:

- 3D-Konstruktion
- Auslegung optischer Komponenten
- Elektronikentwicklung
- FPGA-Programmierung
- Embedded Software

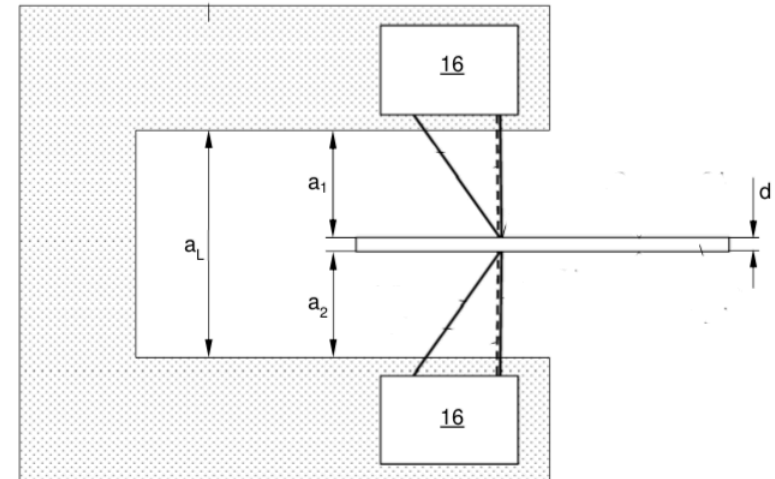
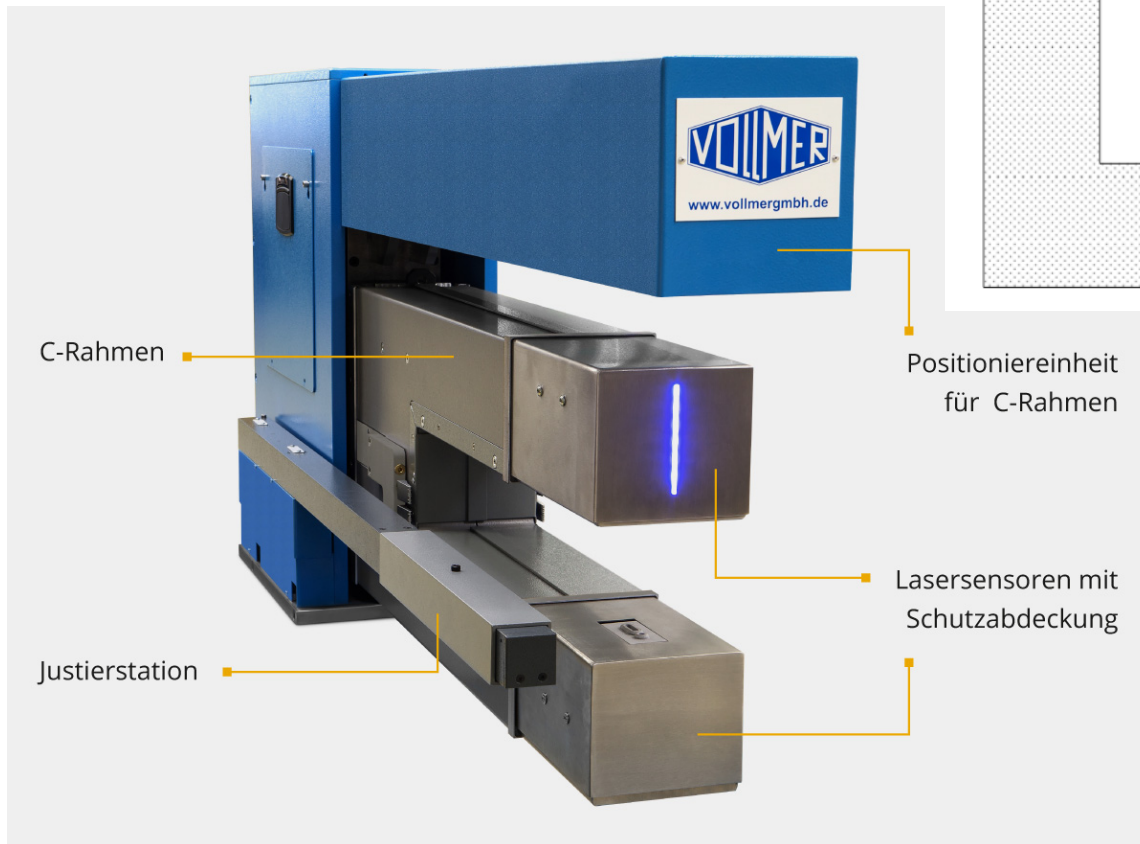
Typische Leistungsmerkmale



Merkmal	Spezifikation
Messbereiche	4 bis 60 mm
Messfrequenz	bis 80 kHz
Laserklasse	3B (20 mW)
Linearität	0.0075% vom Messbereich (z. B. 0.9 µm bei 12 mm)
Temperaturstabilität	0.001% vom MB pro K



Dickenmessung von Metallbändern



Dicke

$$d = a_L - (a_1 + a_2)$$

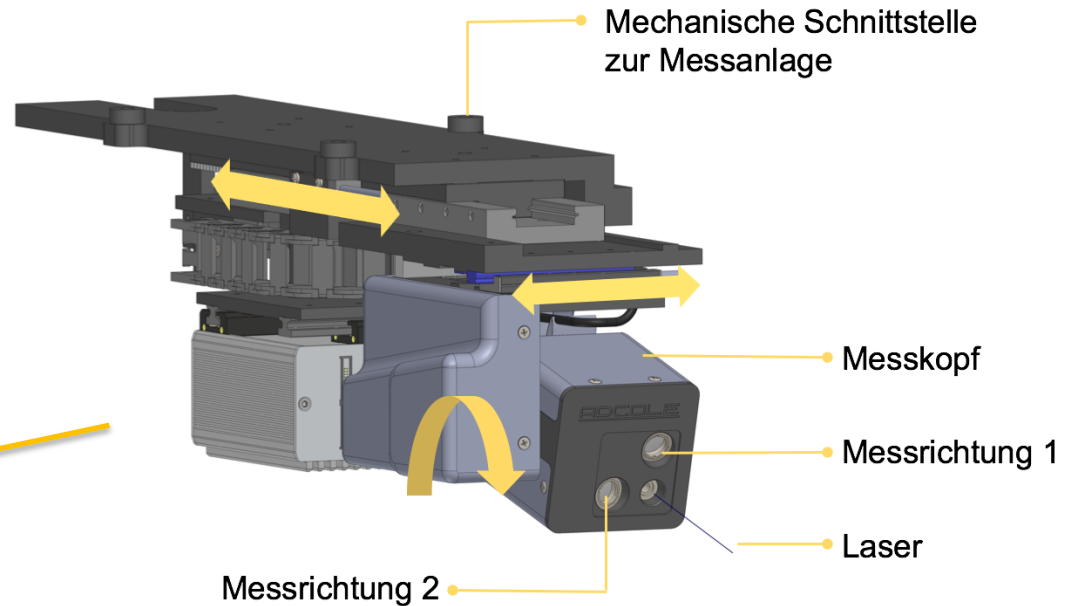
Typische Mess-
unsicherheit

$$\pm 1-2 \mu\text{m}$$



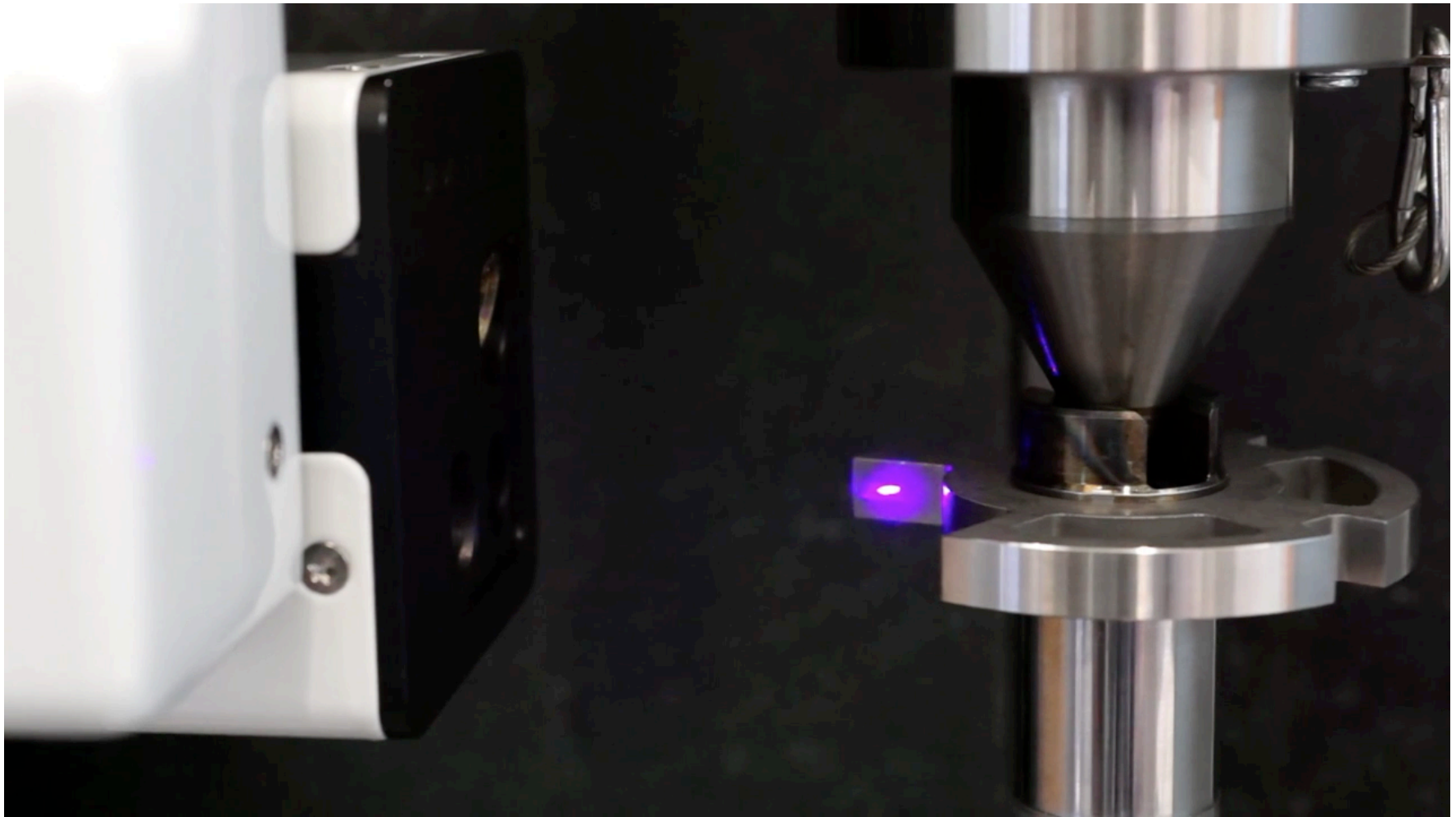


Quelle: www.adcole.com



- Erweitert eine etablierte Familie von taktilen Messmaschinen um eine optische Komponente.
- Zwei translatorische Achsen und eine Schwenkachse erlauben optimale Anpassung an Bauteilgeometrie.
- Zwei orthogonale Beobachtungsrichtungen zur Minimierung von Abschattungen.
- Integration in Anlagensoftware über TCP/IP API.

Wellenmessung „LightSCOPE“



MATLAB bei der VOLAS

Auswertung von Messdaten

Machbarkeitsstudie LightSCOPE

Aufgabe

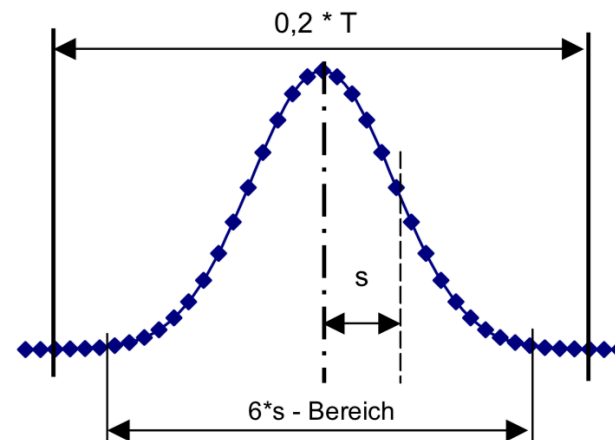
- Messungen an einer Nockenwelle mit einem Standardsensor in einer provisorischen Messanordnung.
- Bestimmung typischer in der späteren Anwendung geforderter Kenngrößen der Welle (z.B. Abstände oder Winkel).
- Abschätzung der Streuung dieser Größen mittels Messreihen.

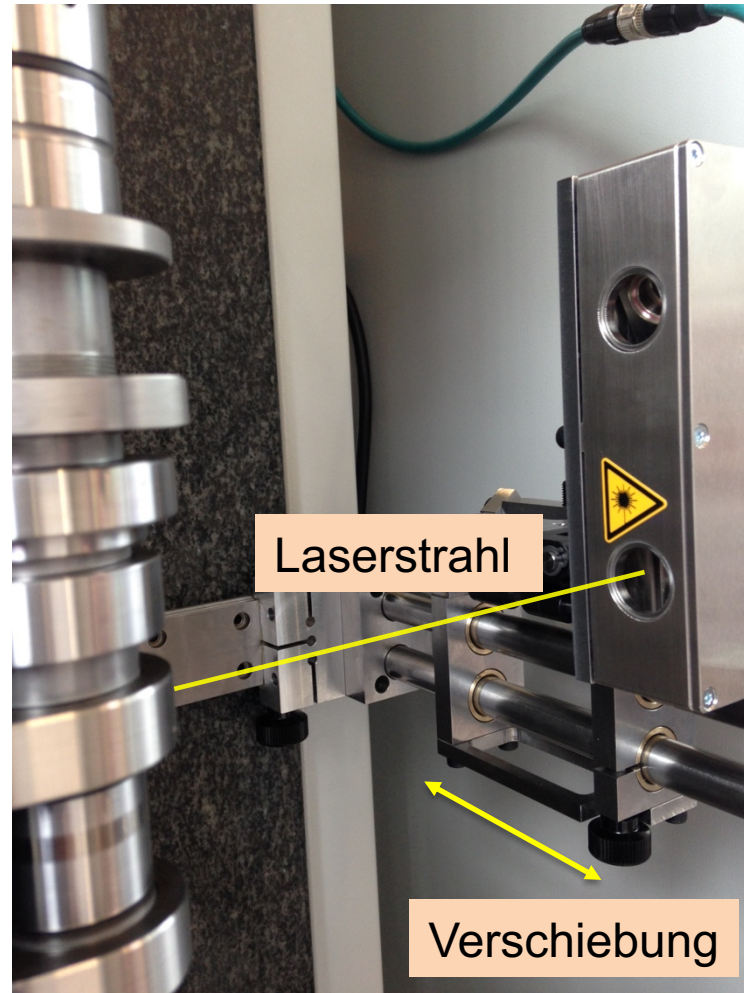
Ziel

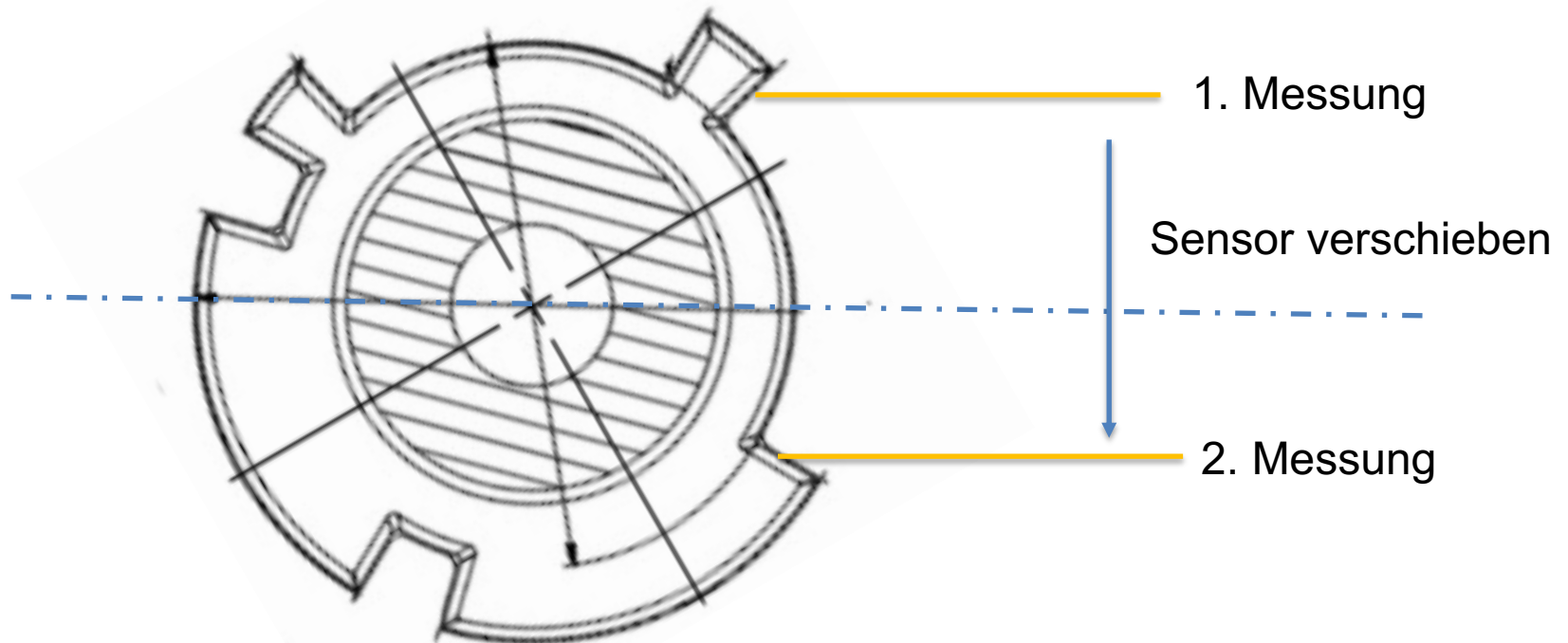
- Nachweis, dass die für eine Bauteiltoleranz T erforderliche Reproduzierbarkeit erreicht wird.

$$cg = \frac{0,2 \cdot T}{6 \cdot s}$$

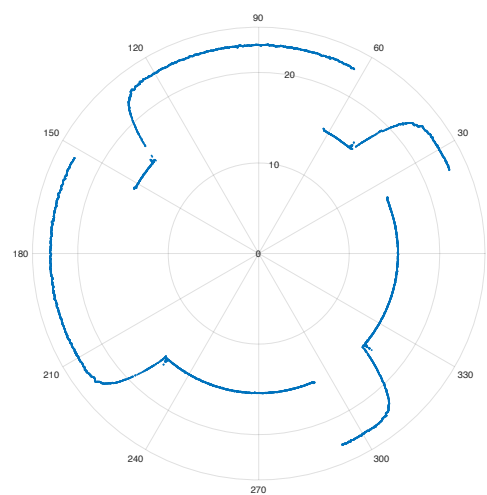
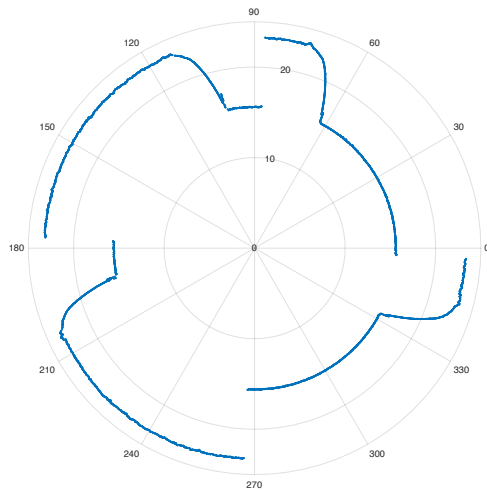
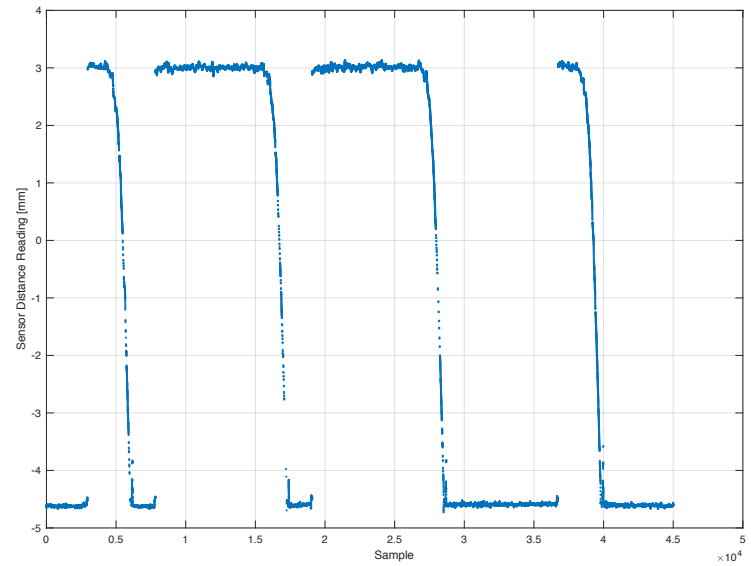
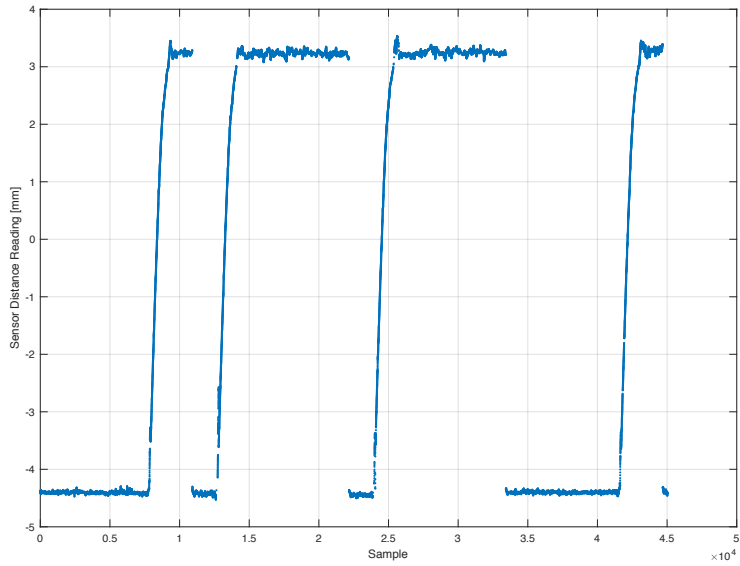
$$cg \geq 1,33$$



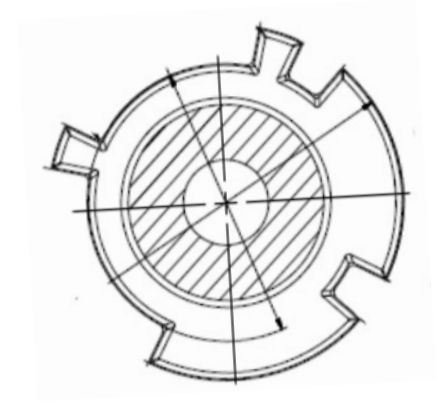
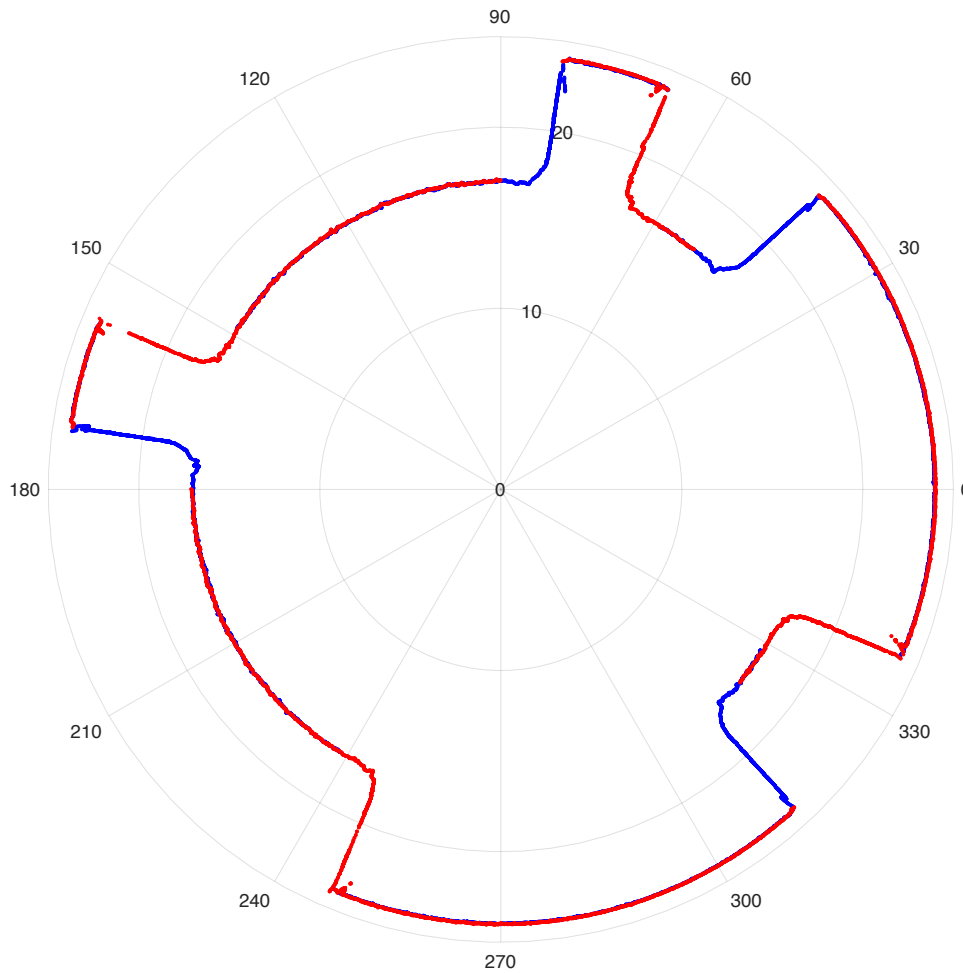




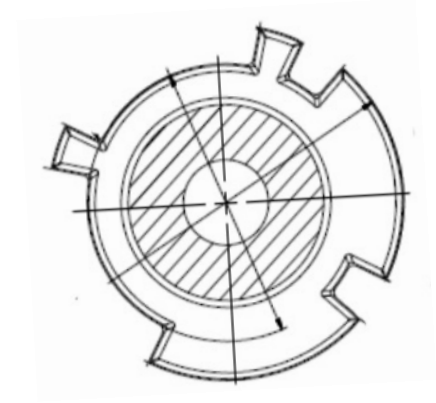
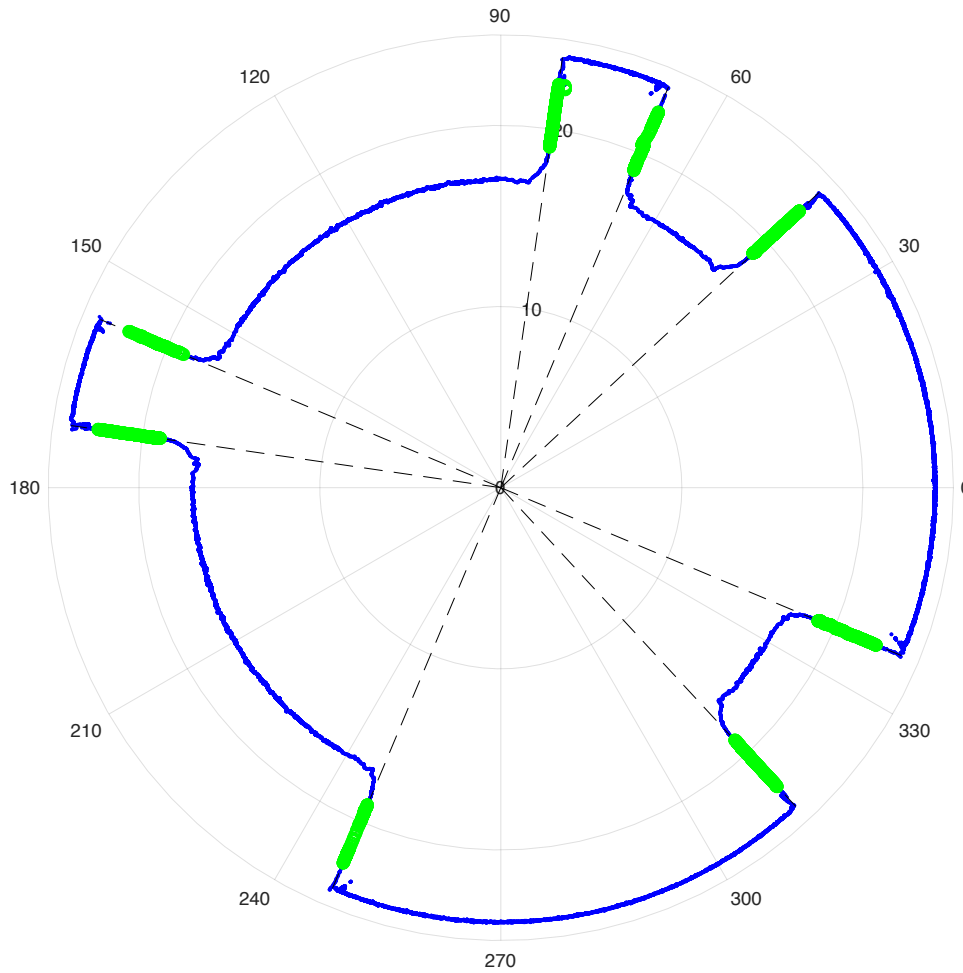
Rohdaten in Sensorkoordinaten



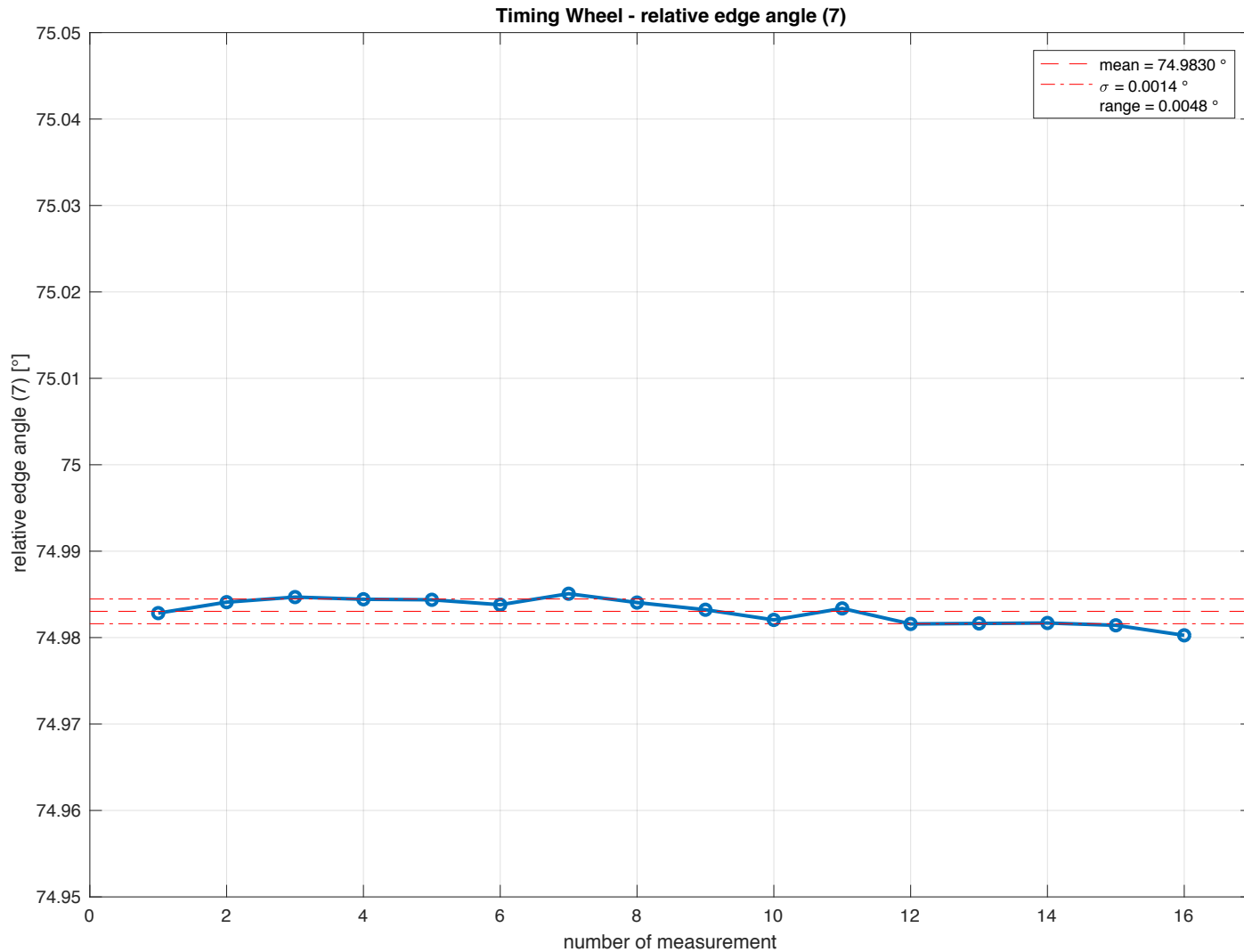
Transformation in Maschinenkoordinaten



Flankenerkennung und Winkelbestimmung



Messreihe für einen Relativwinkel

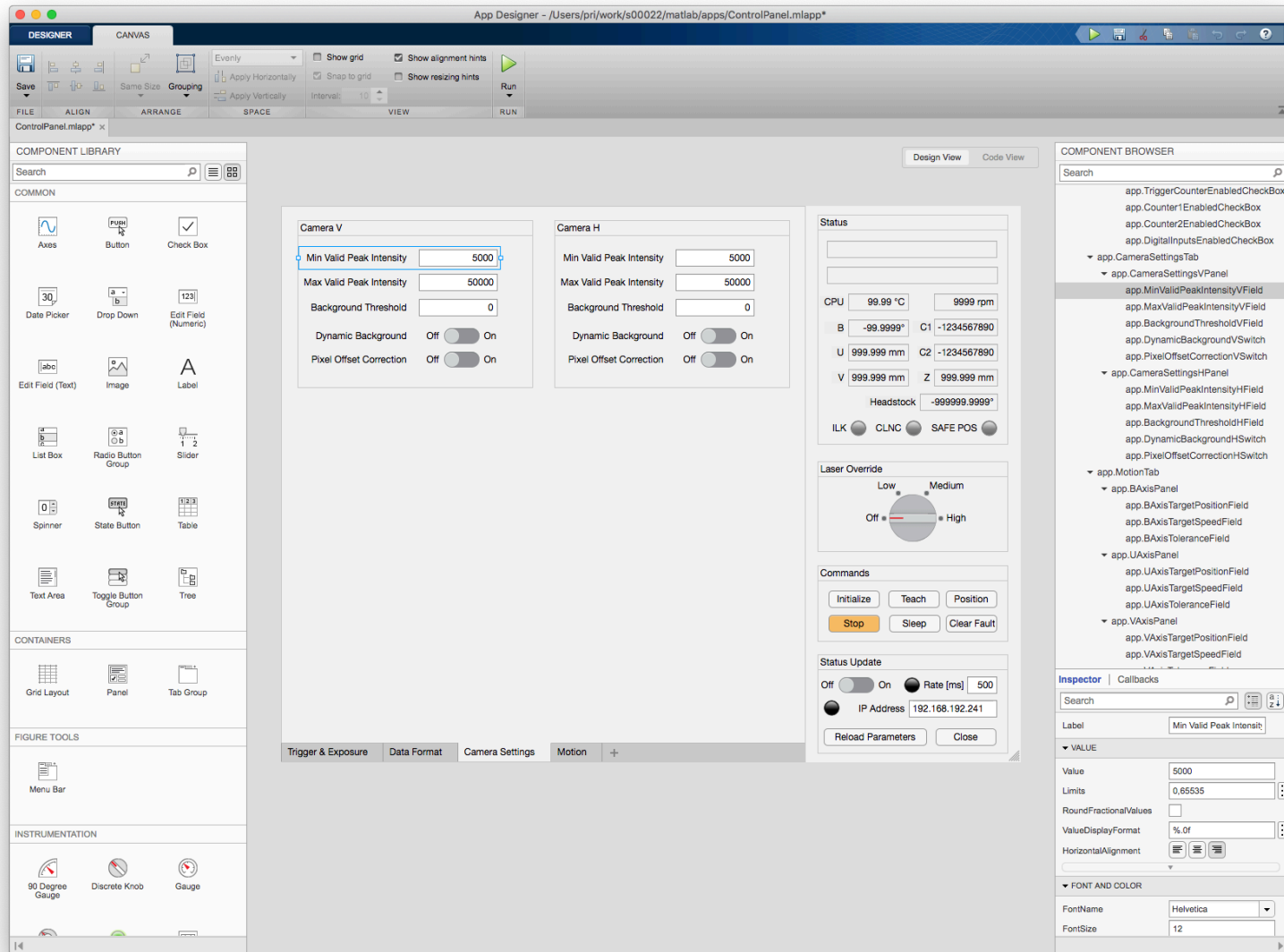


Warum MATLAB?

- Leicht zugängliche Syntax erlaubt Konzentration auf den Algorithmus
- Komplexere Methoden zur Softwareentwicklung (z. B. Objektorientierung, Unit Tests) bei Bedarf verfügbar
- Schnell auch bei großen Datenmengen
- Vielfältige Möglichkeiten zur graphischen Darstellung
- Viele Standardalgorithmen bereits eingebaut oder in Toolbox verfügbar
- Teilausführung von Skripten
- Sehr mächtiger Debugger
- Umfangreiche Dokumentation mit gleichbleibend hoher Qualität

In-House Tools

App Designer

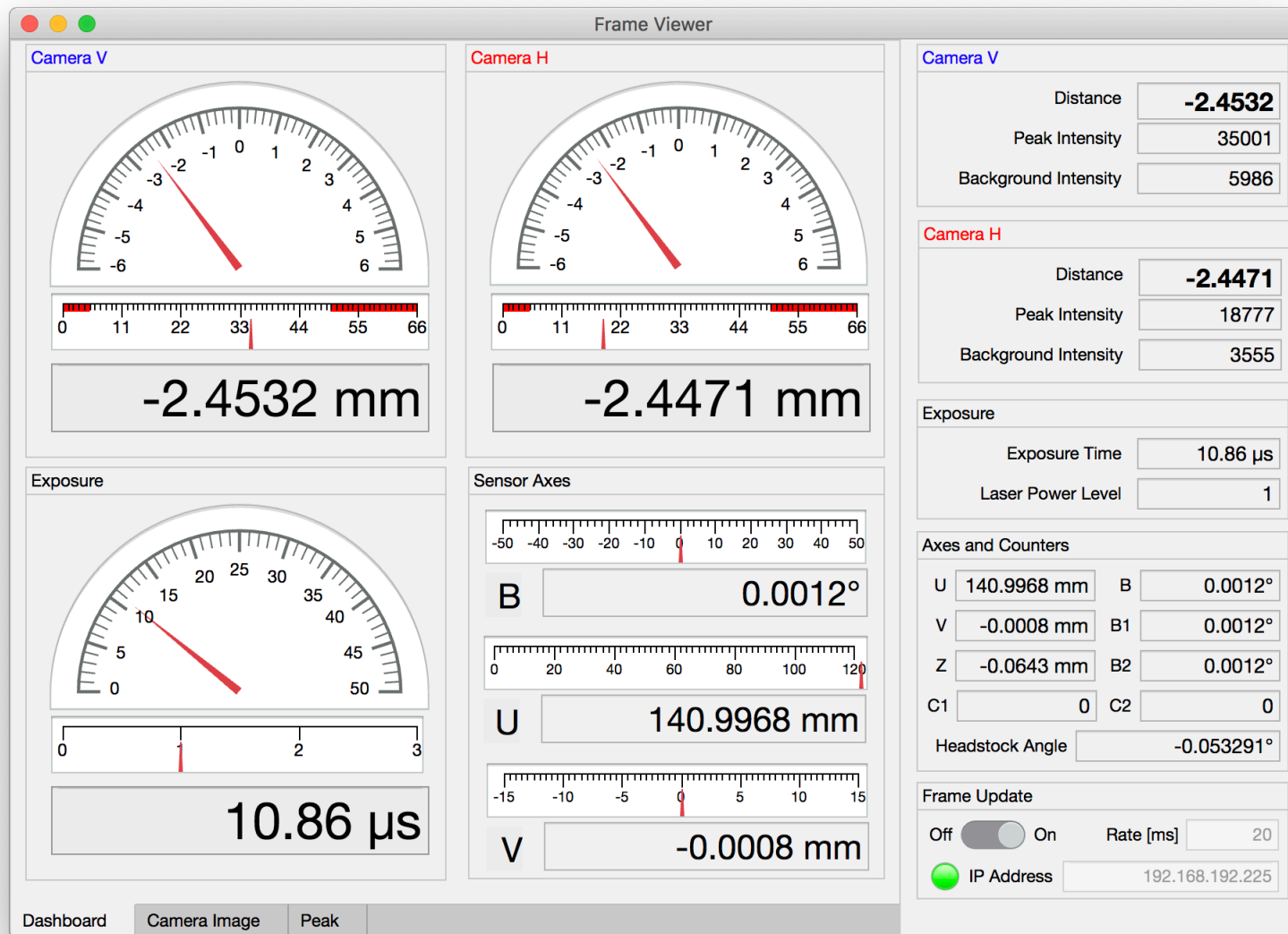


Parametrierung

The screenshot displays the 'Control Panel' software interface for VOLAS. It is organized into several functional panels:

- Exposure Set 1:** Parameters include Exposure Time [µs] (1), Laser Power (3), Auto Exposure Control (Off), Min. Exposure Time [µs] (0), Max. Exposure Time [µs] (20), Exposure Control Setpoint (35000), Exposure Control Gain (1), Exposure Control Damping (2), Auto Laser Power Control (Off), Min Laser Power (1), Max Laser Power (3), Power Up Threshold [µs] (15), and Power Down Threshold [µs] (1.5).
- Exposure Set 2:** Identical parameters to Exposure Set 1.
- Trigger:** Fixed Interval (Off) / Free Running (On) and Trigger Rate [µs] (20).
- Active Exposure Set:** A circular indicator showing 'Set 1' is active, with 'Alternating' and 'Set 2' also visible.
- Status:** Shows 'teaching' mode, CPU temperature (38.79 °C), RPM (6123), and various axis positions (B: 0.0011°, C1: 0, U: 135.995 mm, C2: 0, V: -0.001 mm, Z: -0.064 mm, Headstock: -0.05330°). Indicators for ILK (green), CLNC (green), and SAFE POS (red) are shown.
- Laser Override:** A circular slider with 'Off', 'Low', 'Medium', and 'High' positions.
- Commands:** Includes buttons for Initialize, Teach, Position, Stop, Sleep, and Clear Fault.
- Status Update:** Includes a refresh toggle (On), Rate [ms] (500), IP Address (192.168.192.225), and Reload Parameters/Close buttons.

At the bottom, a navigation bar contains tabs for 'Trigger & Exposure', 'Data Format', 'Camera Settings', and 'Motion'.



Frame Viewer

Intensity vs. Pixel (0 to 500) and Intensity (0 to 60000). Two peaks are visible: a red peak at approximately x=75 and a blue peak at approximately x=450.

Camera V

Distance	4.5010
Peak Intensity	34954
Background Intensity	6109

Camera H

Distance	4.5251
Peak Intensity	18731
Background Intensity	3611

Exposure

Exposure Time	2.81 μ s
Laser Power Level	2

Axes and Counters

U	133.9991 mm	B	0.0021°
V	-0.0008 mm	B1	0.0021°
Z	-0.0643 mm	B2	0.0021°
C1	0	C2	0
Headstock Angle	-0.053281°		

Control Panel

Axis	Position	Speed	Tolerance
B-Axis	0.000 [°]	90.000 [1/s]	0.200 [°]
U-Axis	134.000 [mm]	5.000 [mm/s]	0.100 [mm]
V-Axis	0.000 [mm]	50.000 [mm/s]	0.050 [mm]

Motion

Step Size dial: 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 2.0, 5.0, 10.0

Buttons: << B, B >>, Home, << U, U >>, Start Motion, << V, V >>, Stop Motion

Status

teaching: []

CPU: 39.38 °C, 6123 rpm

B: 0.0021°, C1: 0

U: 133.999 mm, C2: 0

V: -0.001 mm, Z: -0.064 mm

Headstock: -0.05330°

ILK: ● CLNG: ● SAFE POS: ●

Laser Override

Low, Medium, High, Off

Commands

Initialize, Teach, Position, Stop, Sleep, Clear Fault

Status Update

Off: On: Rate [ms]: 500

IP Address: 192.168.192.225

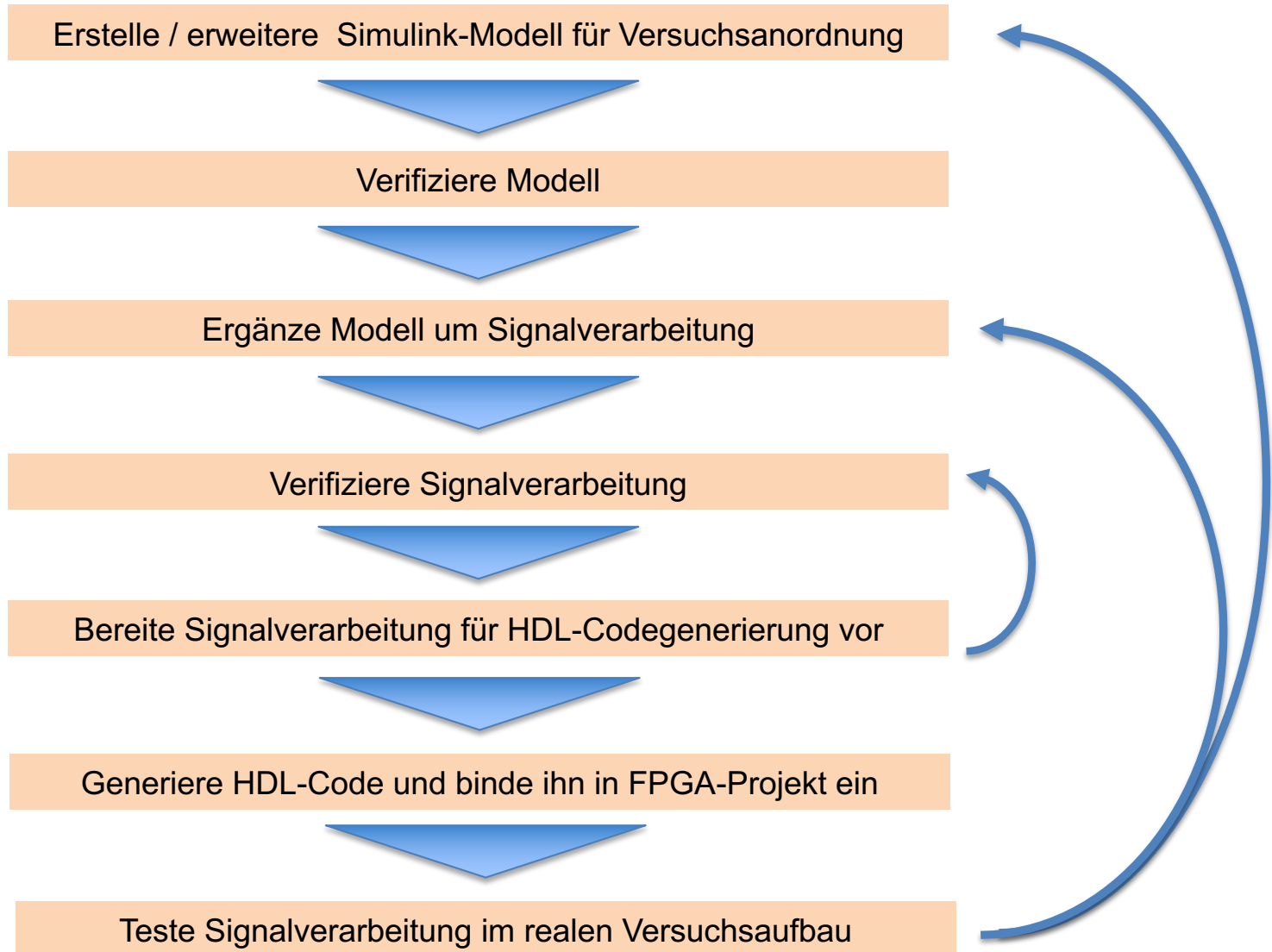
Reload Parameters, Close

Warum MATLAB?

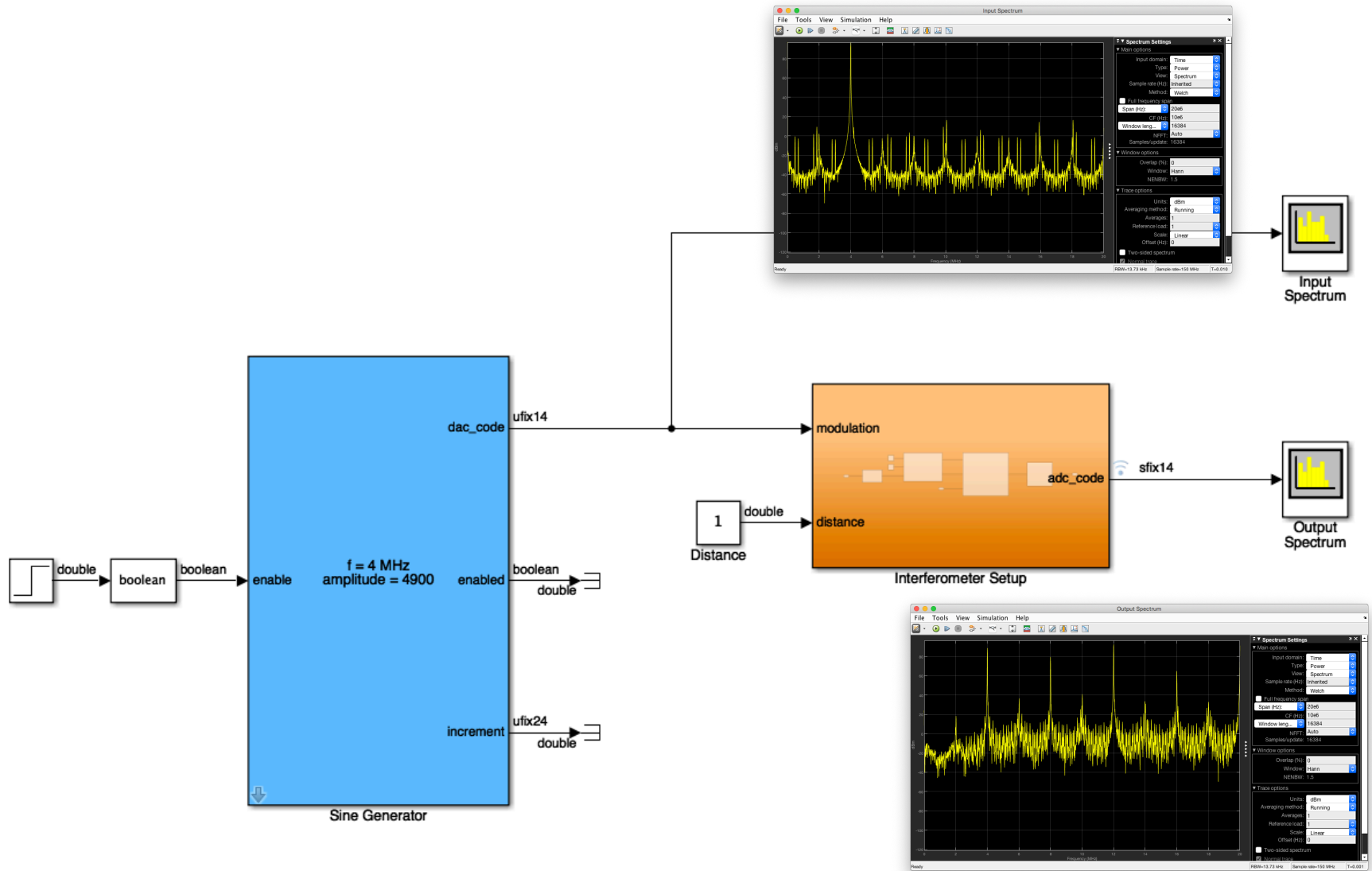
- App-Designer erlaubt einfache Gestaltung von Benutzeroberflächen auch ohne besondere Programmiererfahrung.
- Fertige „Widgets“ für die wichtigsten Aufgaben im Laboralltag (z. B. numerische Eingabefelder, Schalter, Lämpchen).
- Objektorientierter Ansatz des App-Designers ermöglicht auch komplexere UIs (z. B. mehrere Dialogfenster oder mehrere Instanzen eines Dialogs).
- Reiches Repertoire an graphischen Darstellungsmöglichkeiten.
- Schnell genug auch für animierte Grafiken.
- Vorhandener MATLAB-Code (z. B. Treiber oder Auswertefunktionen) kann verwendet werden.
- Apps lauffähig unter Windows, Linux und macOS.

Simulink

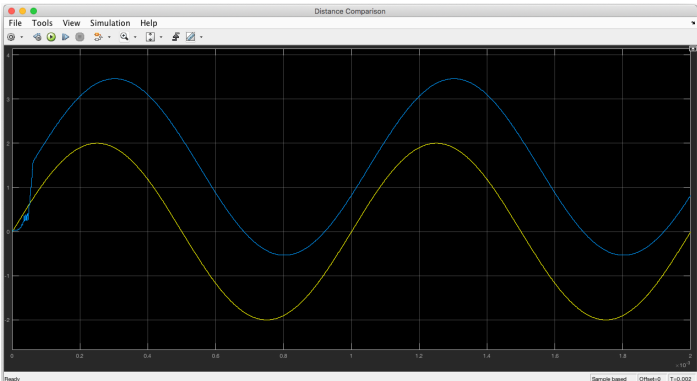
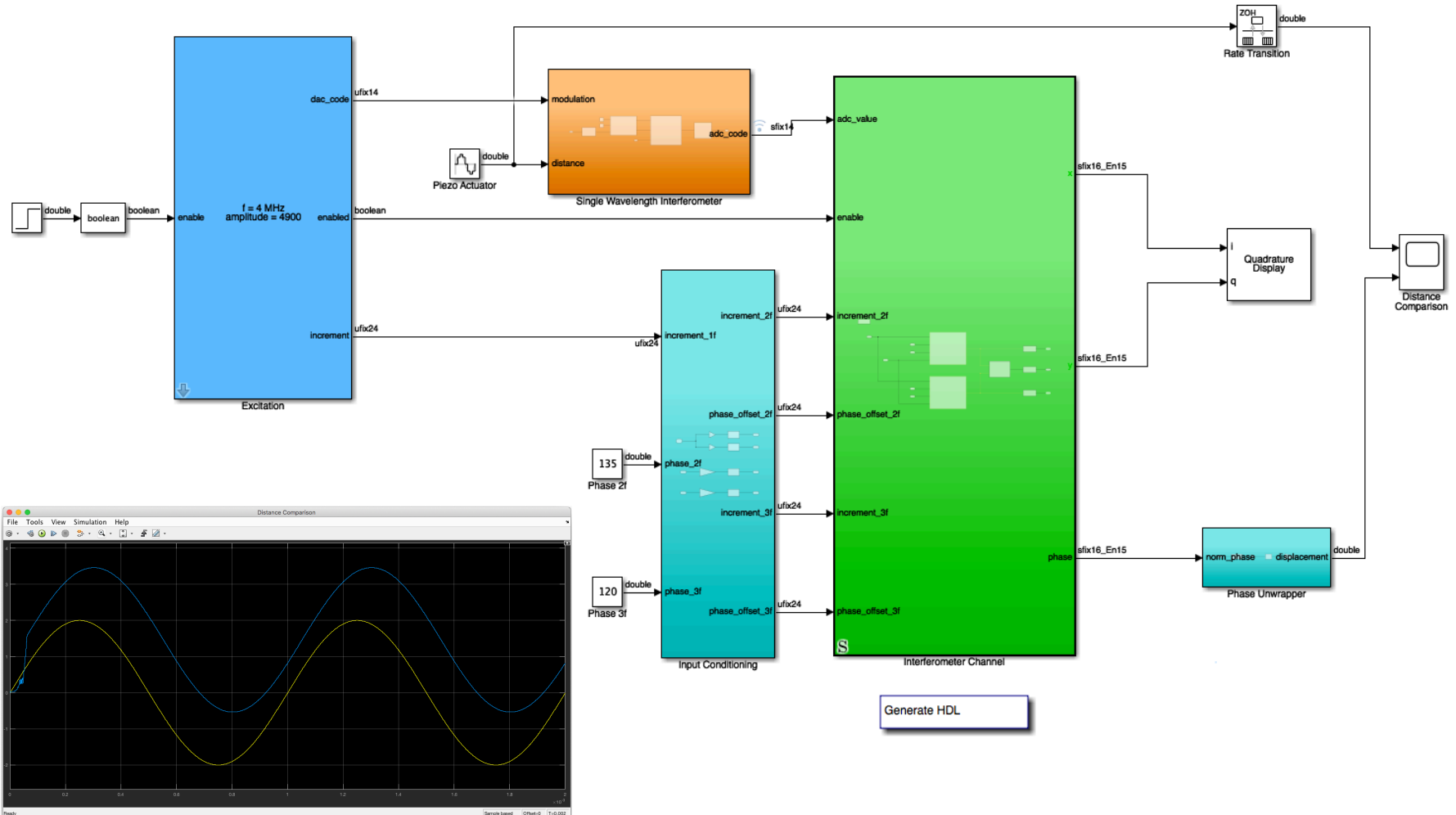
Modellbasierte Prototypentwicklung



Beispiel: Moduliertes Michelson-Interferometer



Interferometer + Detektor



Gelb = Vorgabe, Blau = Messwert

Warum Simulink?

- Simulation fördert das Verständnis für den Versuchsaufbau.
- Entwicklung kann schon beginnen, wenn Hardware noch nicht verfügbar ist.
- Simulink ist datenflussorientiert. Dies entspricht in vielen Fällen der „natürlichen“ Denkweise bei der Signalverarbeitung und lässt sich insbesondere auf FPGAs gut abbilden.
- Algorithmen können im Modell zunächst ohne Rücksicht auf vorhandene Ressourcen entwickelt werden (z. B. mit Fließkommaarithmetik). Dadurch können Alternativen schneller verglichen werden.
- Für die Anpassung an die Restriktionen der Zielhardware steht automatisch eine „goldene“ Referenzimplementierung zur Verfügung.
- Codegenerierung ersetzt manuelle Nachimplementierung des fertigen Algorithmus. Dies spart Zeit und vermeidet Fehler.
- Viele fertige Bausteine verfügbar (z. B. Filter).
- Rückgriff auf MATLAB jederzeit möglich.

Fragen?