

**Konzept und Entwurfsmethodik
für ein eingebettetes System zur
hochleistungsfähigen Informationsverarbeitung
in Nanopositionier- und Messmaschinen**

Bernd Däne, Vesselka Duridanova, Wolfgang Fengler

TU Ilmenau, Fachgebiet Rechnerarchitekturen

Gliederung

1. Einleitung und Überblick
2. Konzept und Entwurf des Rechnerteils
3. Beispielmodell
4. Ergebnisse der Simulation
5. Zusammenfassung und Ausblick

Teile der Arbeit wurden gefördert vom TMWFK unter FKZ B509-00002.

Die weitere Bearbeitung erfolgt im DFG-Sonderforschungsbereich Nr. 622 (ex 1923).

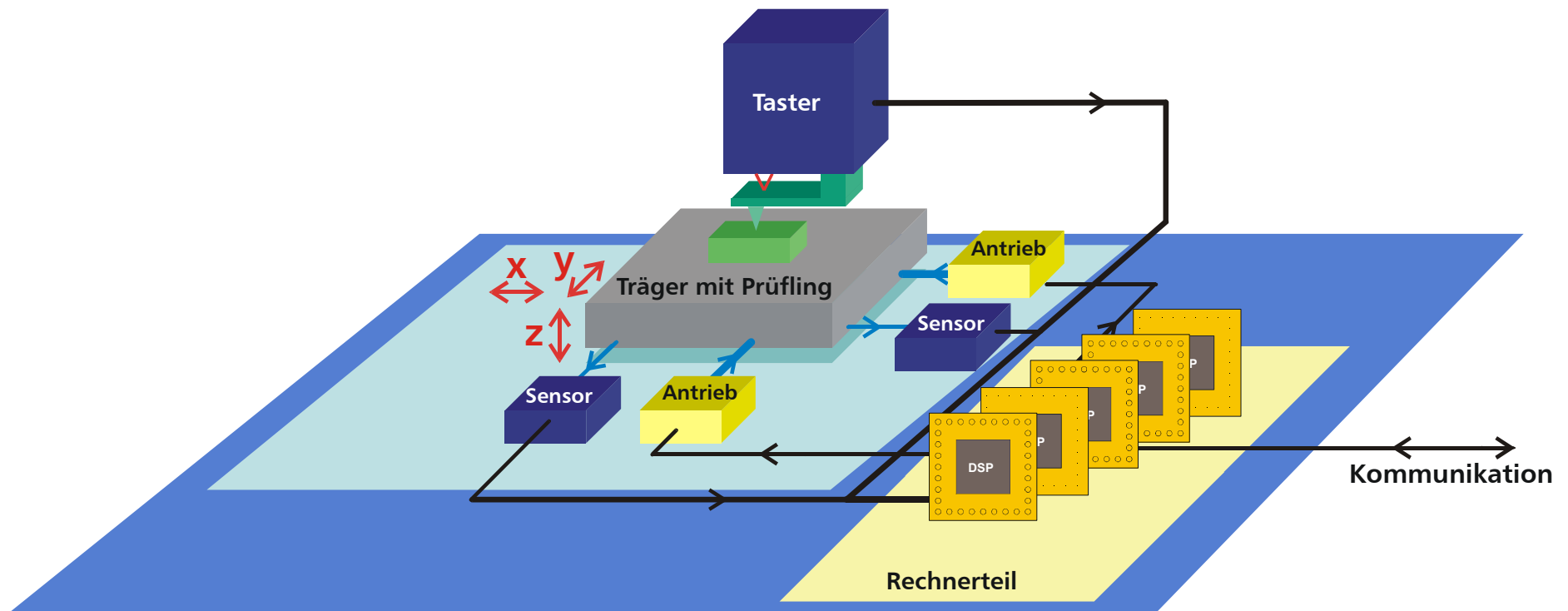
Mehrere Abbildungen wurden erzeugt mit: MLDesigner, Copyright (c) 2002 MLDesign Technologies, Inc. All rights reserved.

1. Einleitung und Überblick

- Nanopositionier- und Messmaschinen:
 - Einrichtungen zur schnellen Positionierung und Positionsbestimmung mit Auflösungen im Nanometer- und Subnanometerbereich
- Anwendungsbeispiele:
 - Bearbeitungs-, Montage- und Messaufgaben bei sehr kleinen Strukturgrößen
 - Atomkraftmikroskopie

Schema eines Atomkraftmikroskopes:

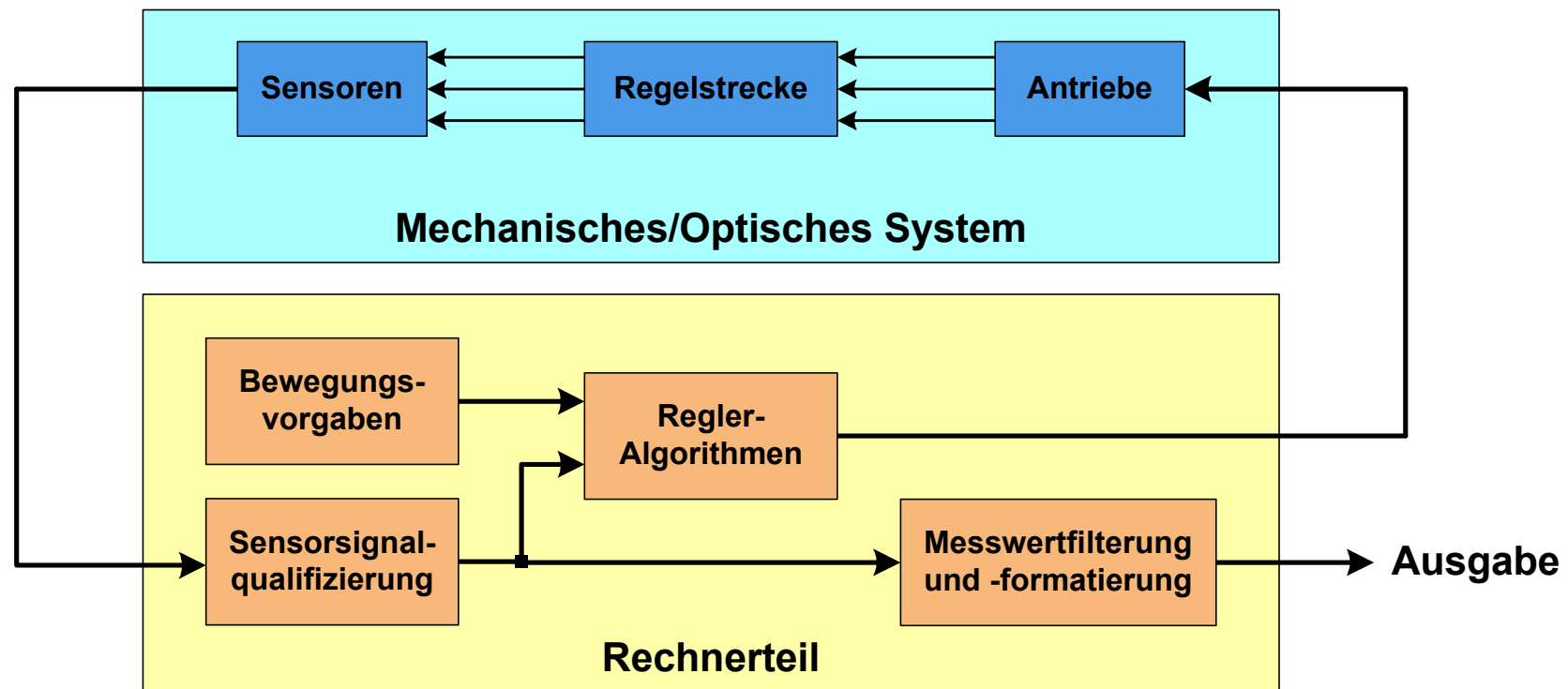
Aus dem Fachgebiet Prozessmesstechnik der TU Ilmenau



Funktionsweise

- Interferenzoptische Positionsmessung in mehreren Achsen
- Lageregelung mit geschlossenen Regelkreisen
- Sehr schnelle Messwertfilterung und Reglerberechnung durch eingebettetes Rechnersystem

Vereinfachter Signalfluss im Gesamtsystem



2. Konzept und Entwurf des Rechnerteils

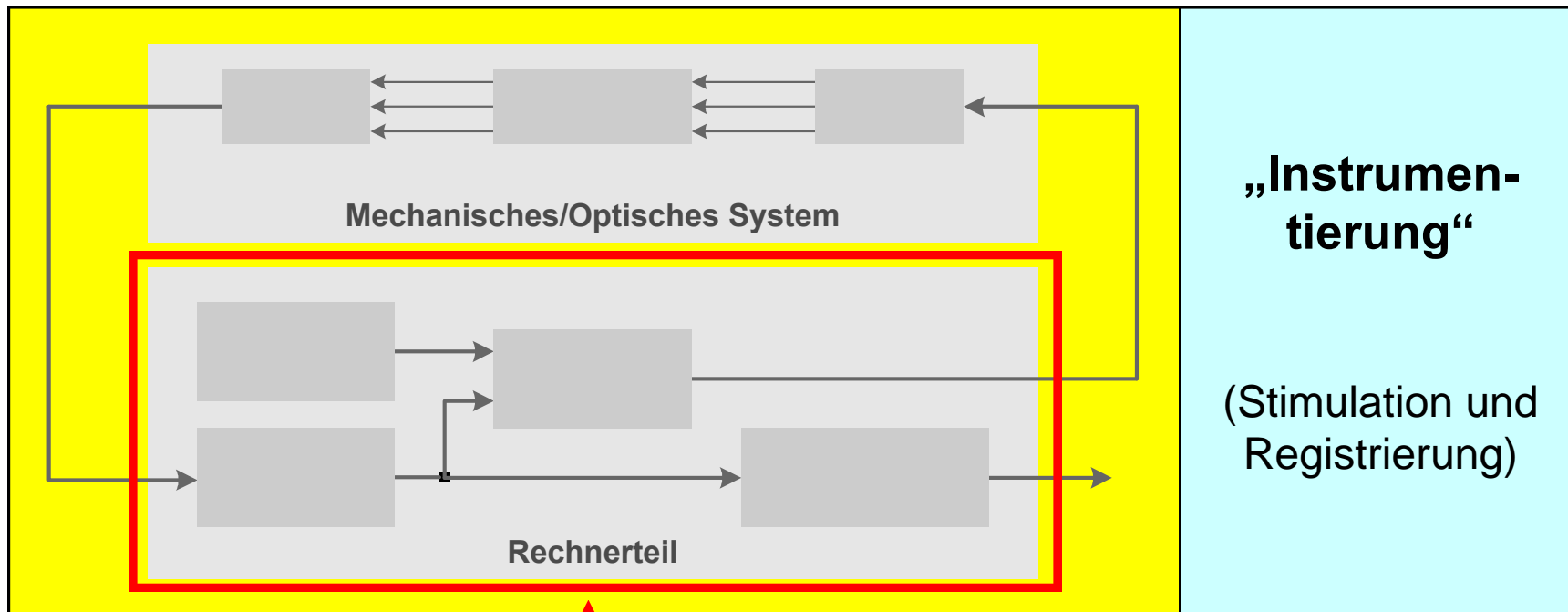
- Mehrprozessorsystem mit sehr schnellen DSP
(Texas Instruments TMS320C6x)
- Problemangepasstes Echtzeitbetriebssystem
(mit hybridem Scheduling und Mehrprozessorfähigkeit)
- Sicherstellung hoher Abtastraten
- **Modellbasierte Entwurfsmethodik**

Modellbasierte Entwurfsmethodik

- Einbeziehung der einbettenden Umgebung
- Domänenübergreifende Modellierung
- Kombination unterschiedlicher Teilmodelle
- Durchgehender Weg bis zur Implementierung
- Modularität des Entwurfs
- Integration zu einem Toolverbund

Struktur des Modells

Simulierbares Modell (domänenübergreifend)



Implementierbares Modell (eingeschränkte Domäne)

Aufgaben bei der Entwurfsmethodik

- Modellierung des Signalflusses im Gesamtsystem
- Verhaltensmodell für die Betriebssystemumgebung
- Softwaregenerierung aus den Modellen
- Methoden zur Verifikation und Validierung

Gegenwärtig untersuchtes Modellierungswerkzeug:

MLDesigner[®] von MLDesign Technologies, Inc.

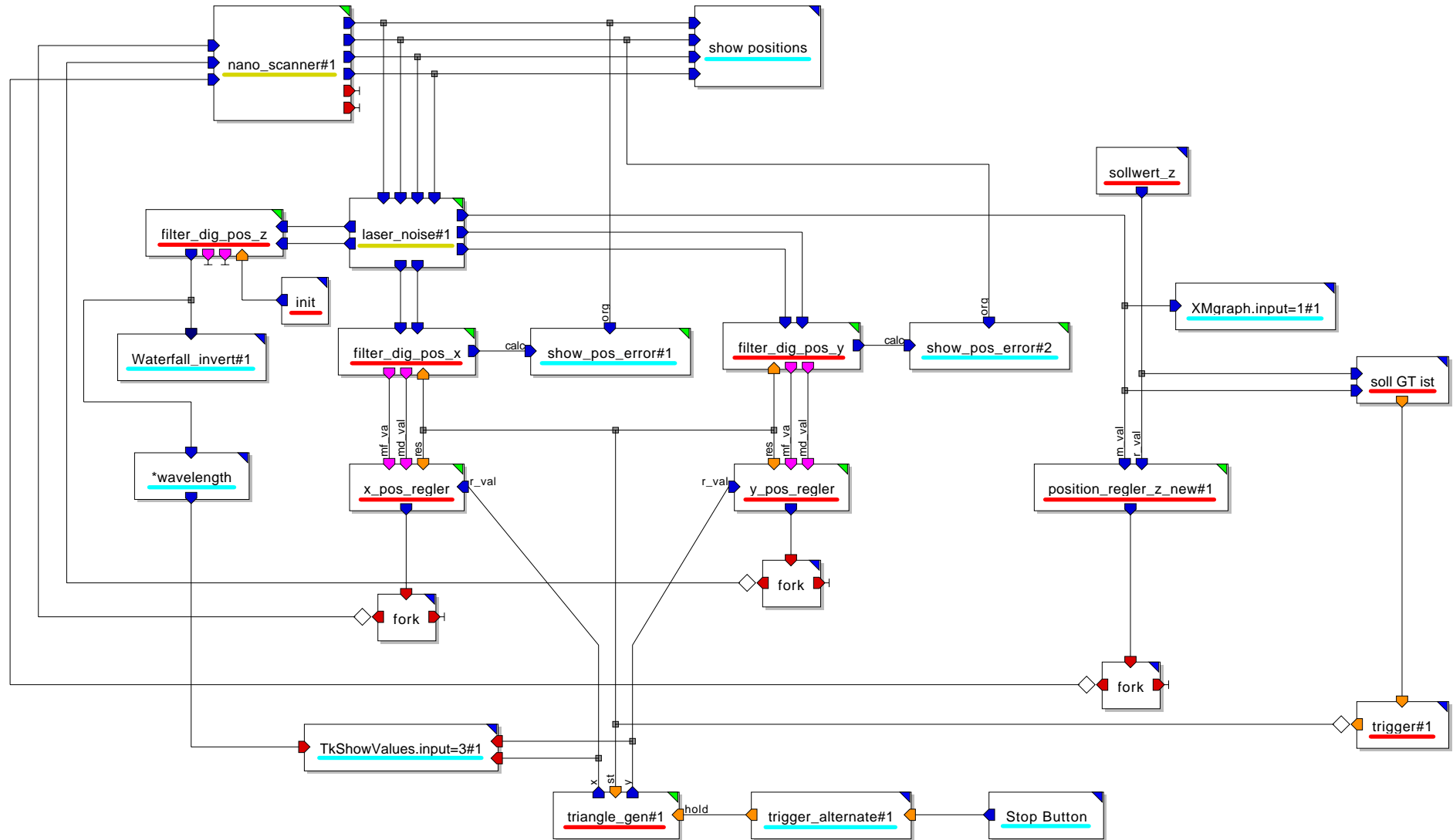
MLDesigner: Copyright (c) 2002 MLDesign Technologies, Inc. All rights reserved. www.mldesigner.com

3. Beispielmodell

Erstes Teilergebnis: Beispielhaftes Gesamtmodell eines Atomkraftmikroskops

- Realisierung mit MLDesigner[®]
- Kombination kontinuierlicher und diskreter Domänen
- Detaillierte dynamische Simulation
- Instrumentierung mit Steuerungs- und Anzeigeelementen

Obere Modellebene



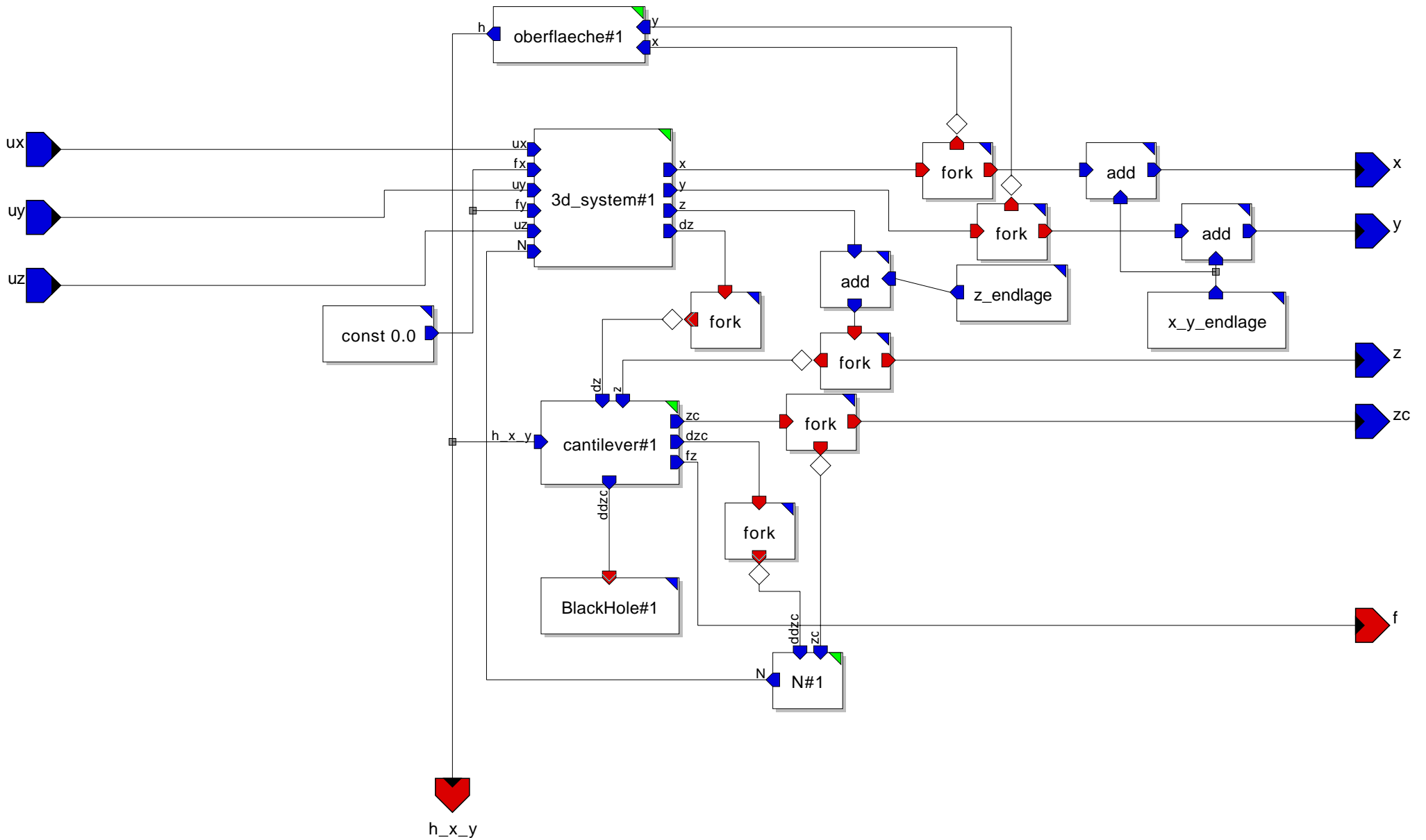
- Implementierung
- Prozessumgebung
- Instrumentierung

(Weitere Modellebenen)

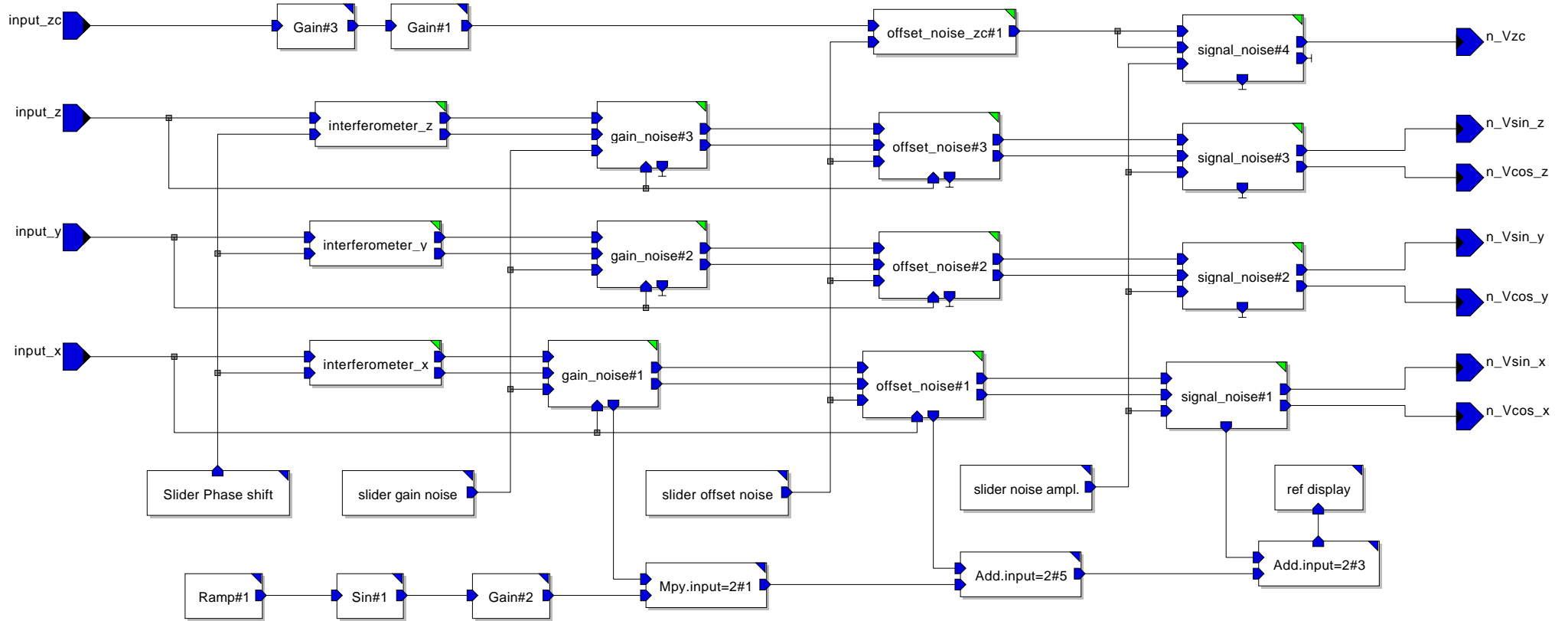
Es folgen Momentaufnahmen aus der Tooldemonstration.

Das Beispielmodell ist entnommen aus:

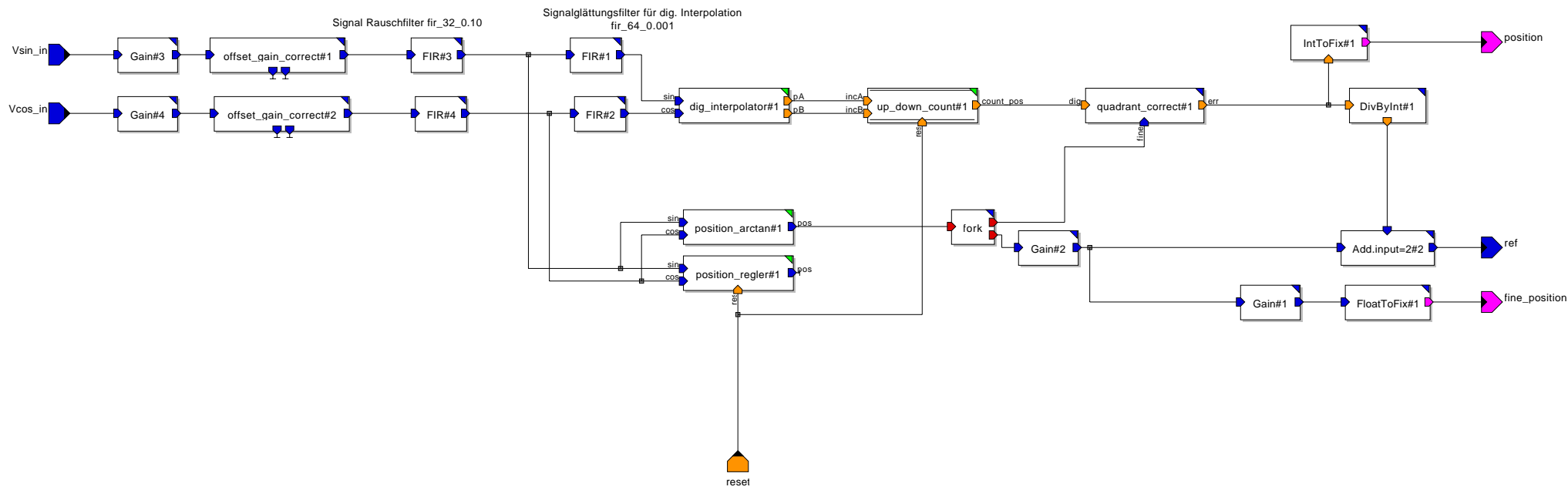
Kirke Rimbach:
Modellierung eines Messsystems mit dem Modellierungswerkzeug ML-Designer.
Studienarbeit TU Ilmenau 2002



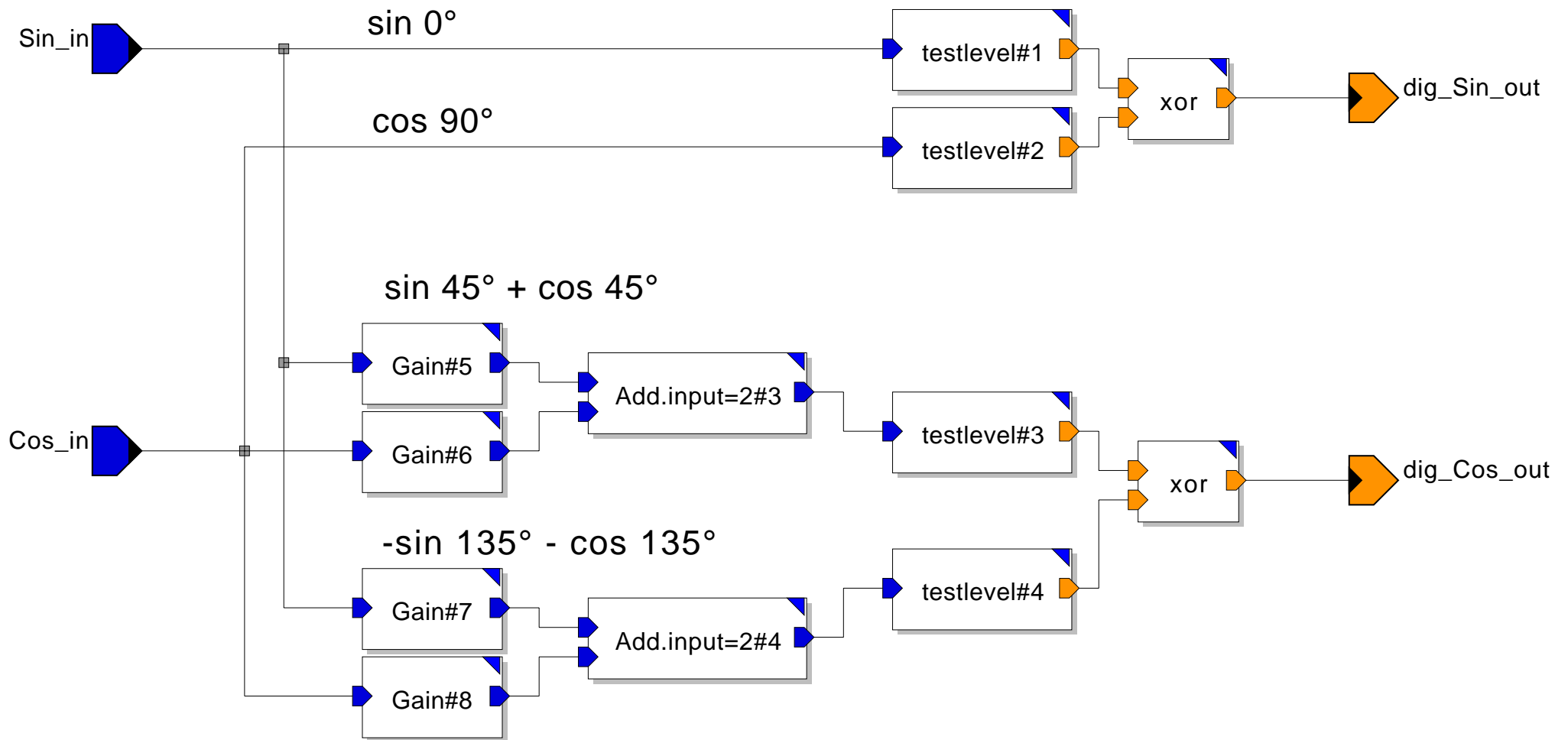
Modul nano_scanner



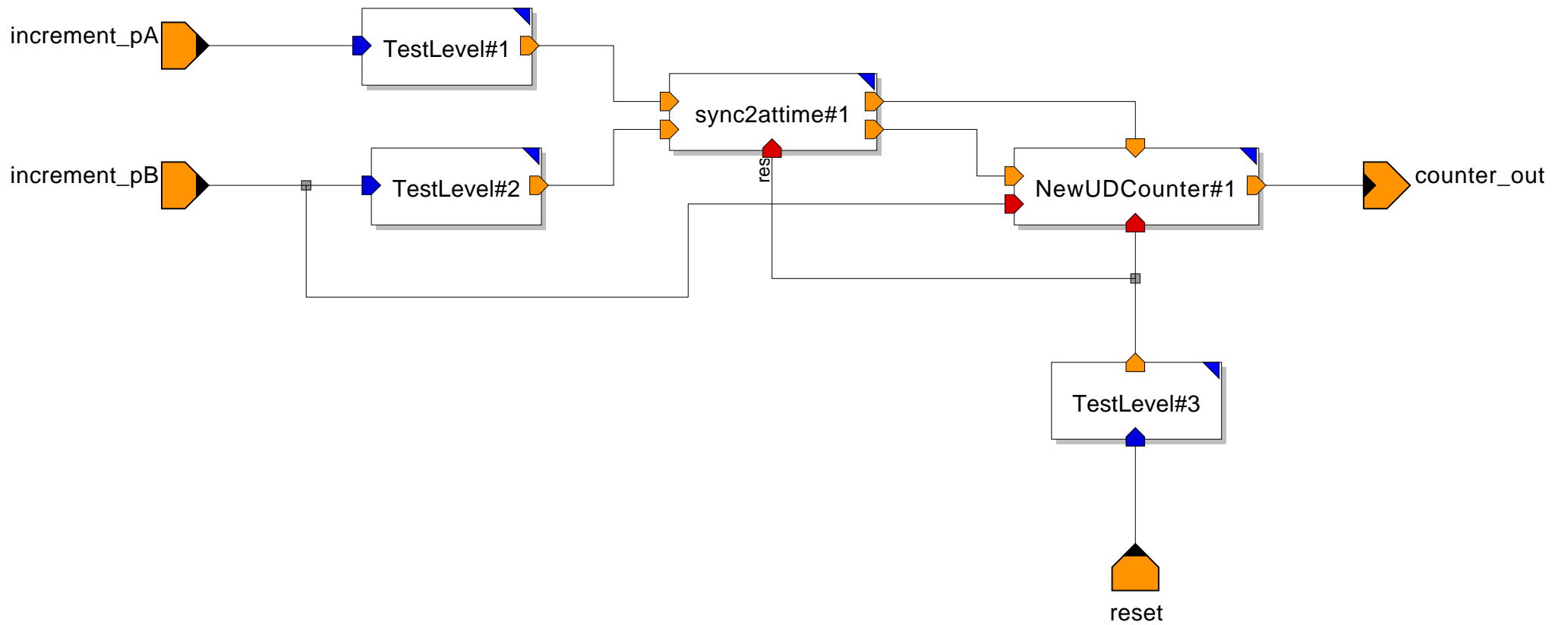
Modul laser_noise



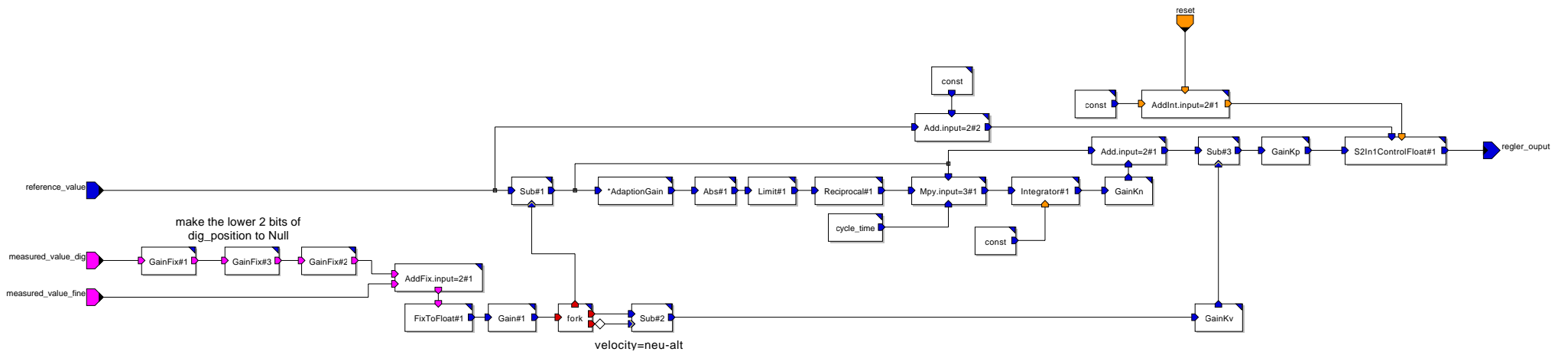
Modul filter_dig_pos



Modul dig_interpolator



Modul up_down_count

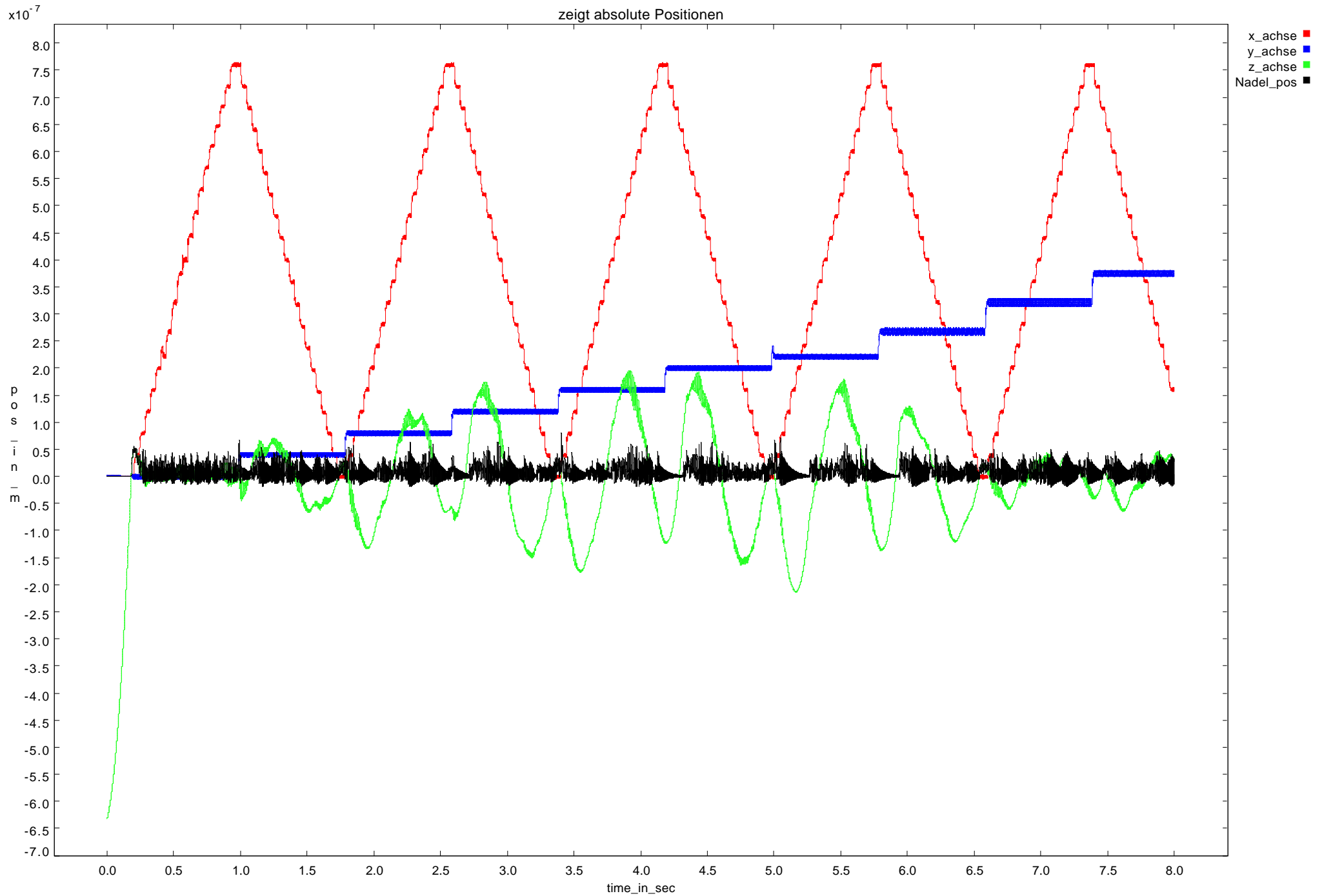


Modul pos_regler

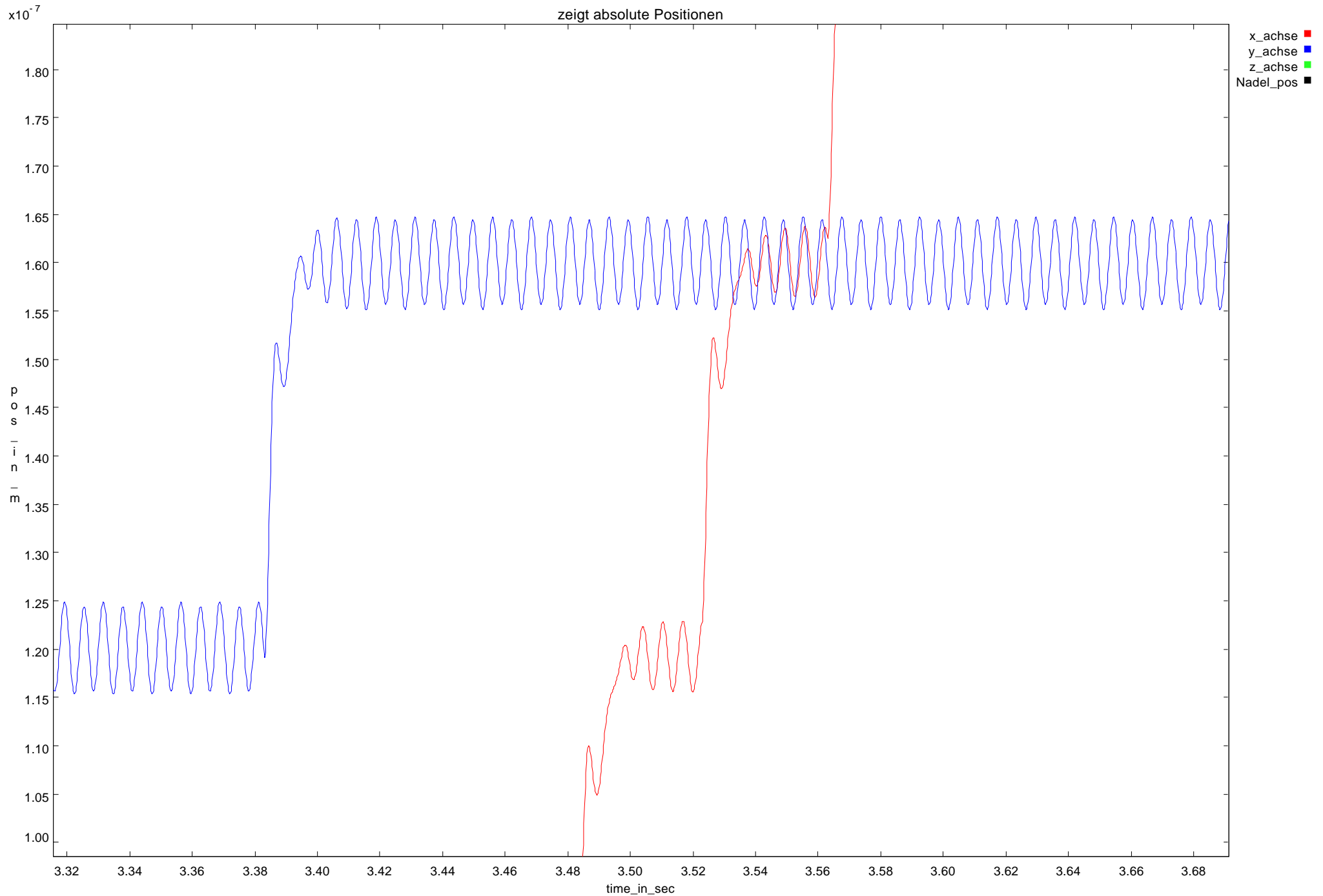
4. Ergebnisse der Simulation

- Validierung des Funktionsablaufs
- Visualisierung des Reglerverhaltens
- Darstellung der Einflüsse verschiedener Fehlerursachen auf Funktion und Ergebnisse
- Einfache Variationsmöglichkeiten

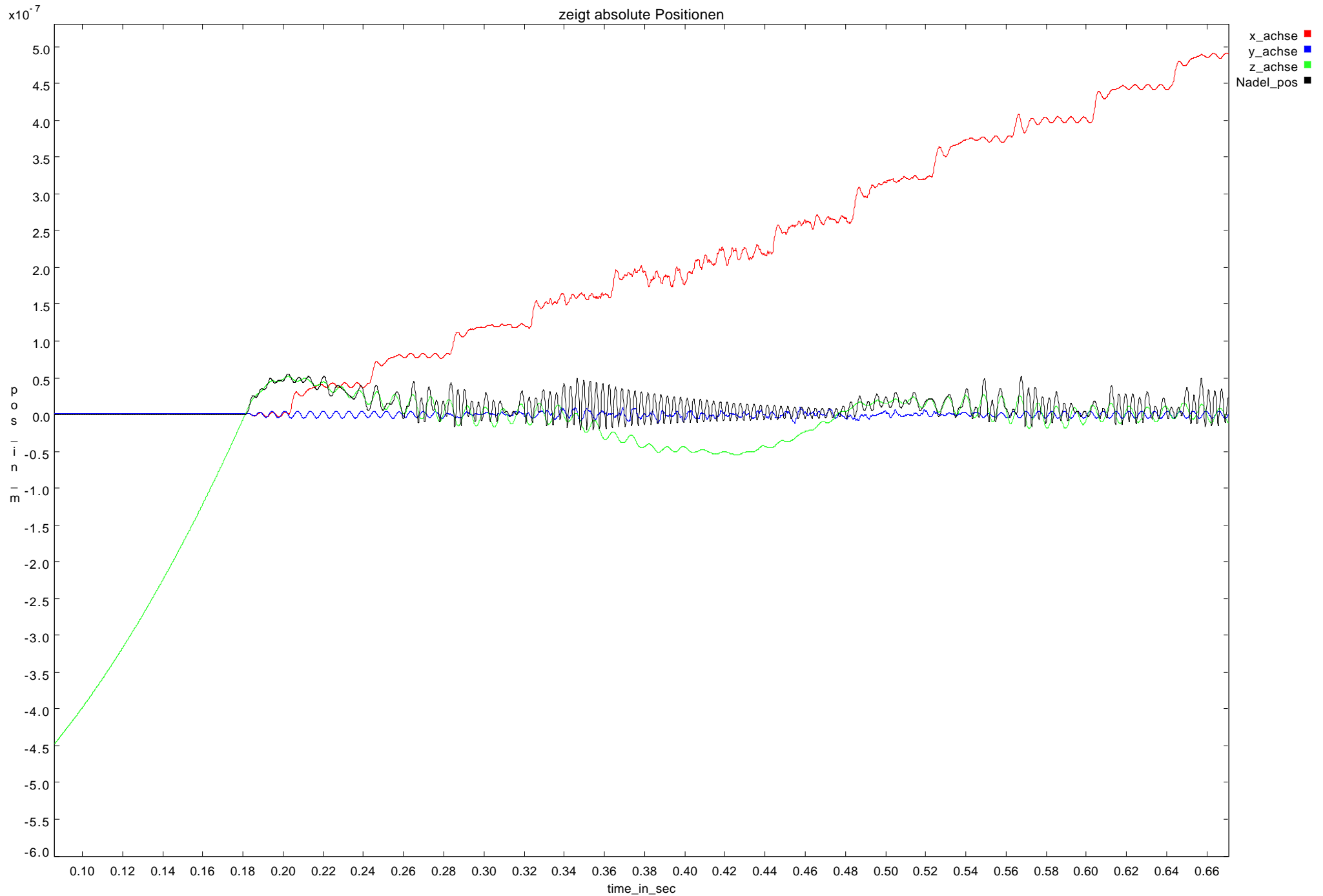
Zeitverlauf der Position



Ausschnitt aus dem Zeitverlauf

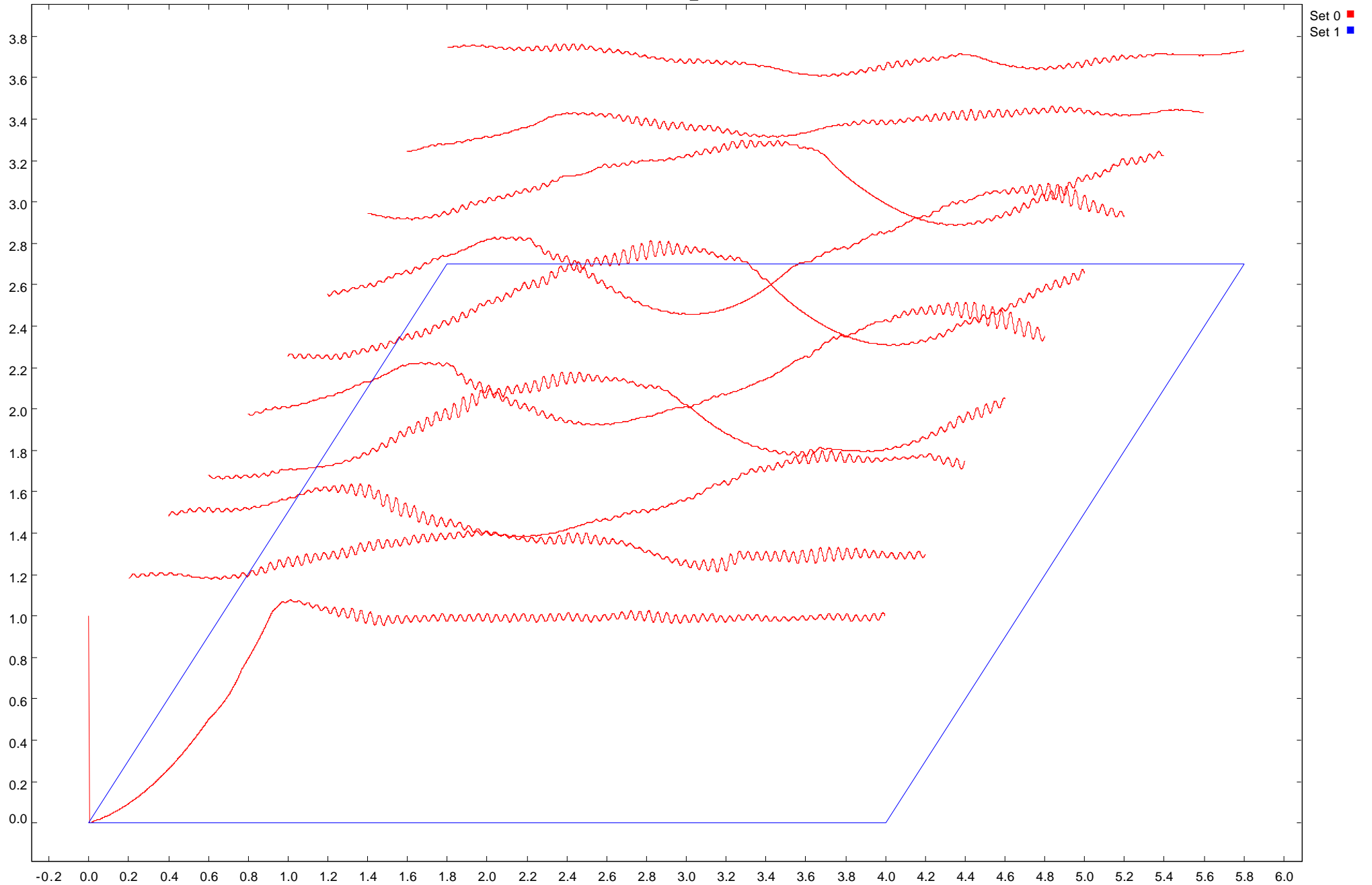


Ausschnitt mit Rauschanteil



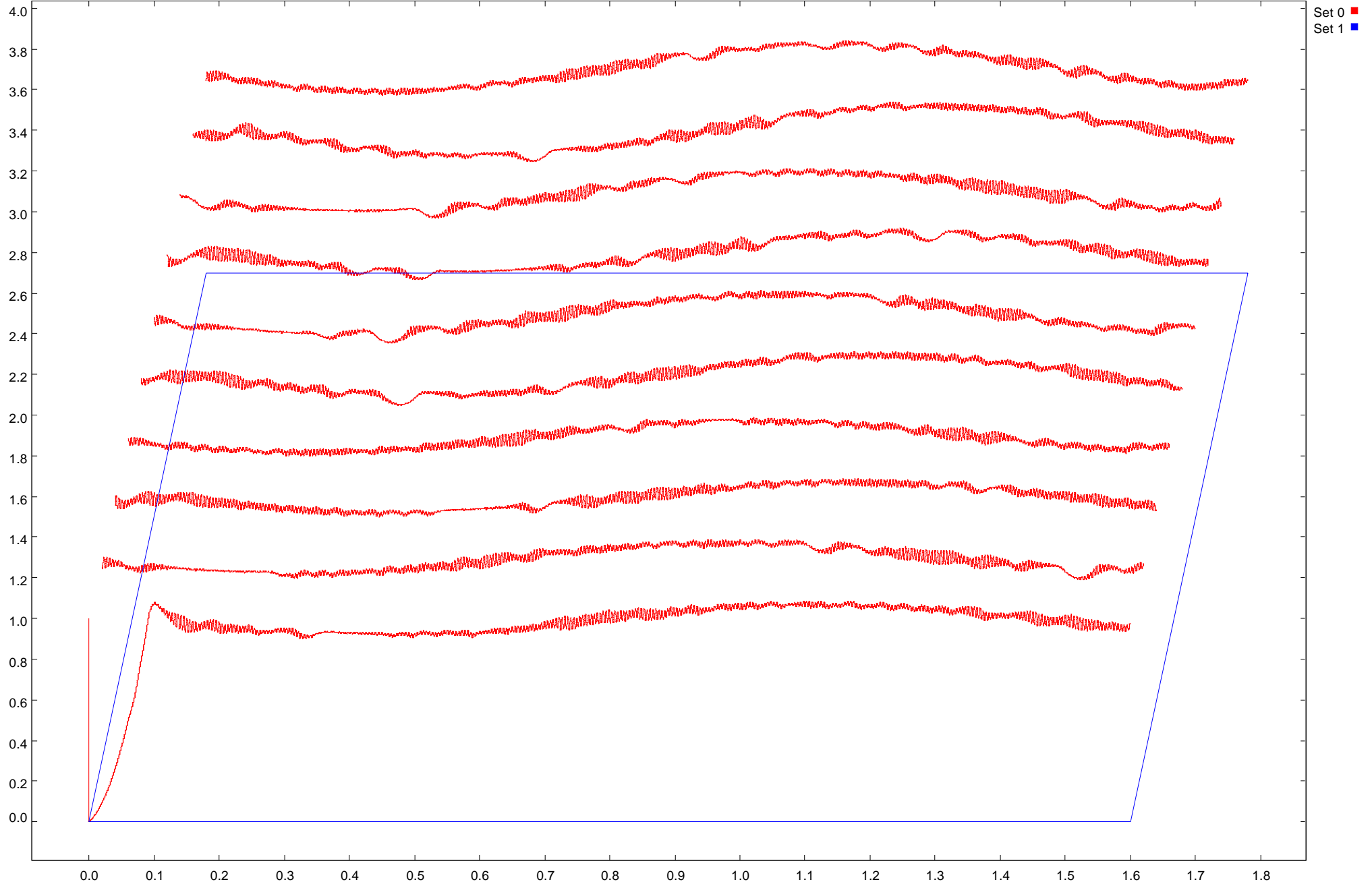
Ermitteltes Oberflächenrelief

modell.Waterfall_invert#1

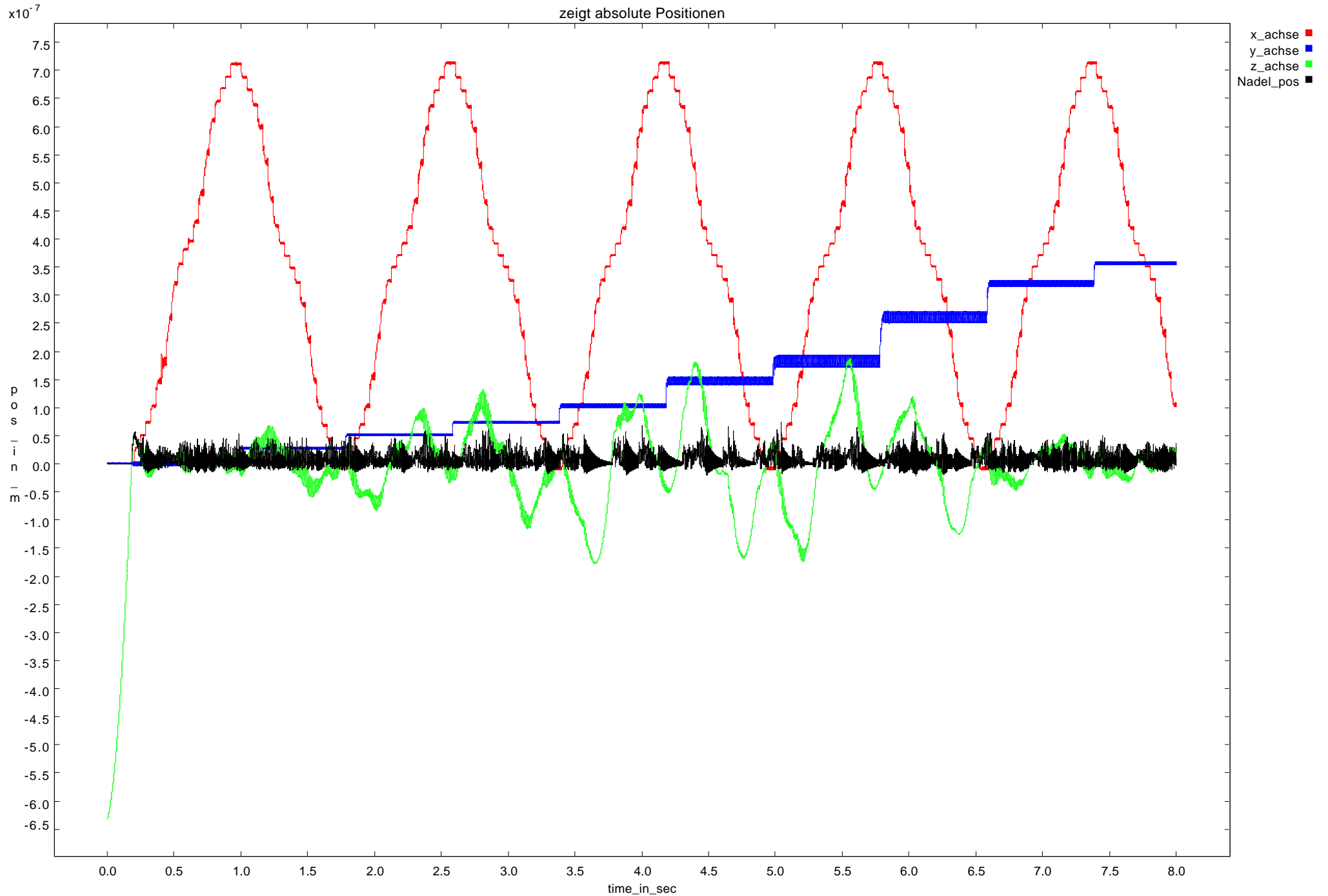


Oberfläche bei höherer Auflösung

modell.Waterfall_invert#1

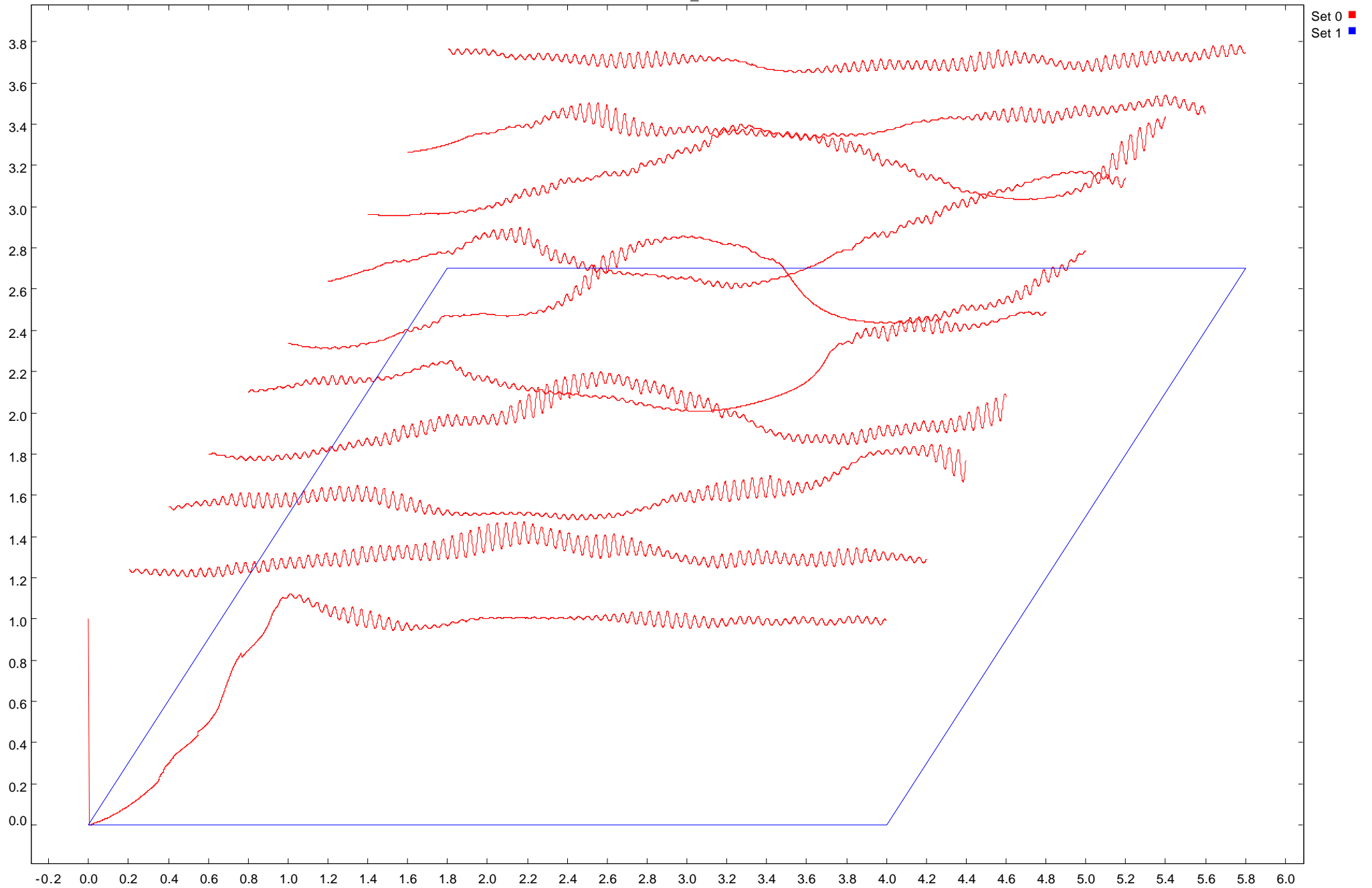


Positionen bei Phasenfehler



Oberfläche bei Phasenfehler

modell.Waterfall_invert#1



5. Zusammenfassung und Ausblick

Die prinzipielle Möglichkeit der zusammenhängenden Modellierung des Gesamtsystems wurde gezeigt.

Weitere Schritte:

- Implementierungsmethodik für die Software des Rechnerteils
- Unterstützung von Mehrprozessorsystemen
- Modellierung des Einflusses von endlicher Rechenleistung
- Einbeziehung eines Betriebssystemmodells
- Einbeziehung von Modellen der Verbundpartner
- Analysemethoden für Validierung und Verifikation

Kontakt

Bernd Däne

TU Ilmenau

FG Rechnerarchitekturen

PF 100565

98684 Ilmenau

Tel. 03677-69-1433

Bernd.Daene@tu-ilmenau.de

Dieser Vortrag und weitere Veröffentlichungen befinden sich auf

tin.tu-ilmenau.de/ra/ver