

Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik
Institut für Feinwerktechnik und Elektronik-Design

Weiterentwicklung der Hardware und der Regelung eines Linearservoantriebes für FDM-Drucker

17. Tagung Feinwerktechnische Konstruktion
Dresden, 26.09.2024

Gliederung

Weiterentwicklung eines Linearservoantriebes für FDM-Drucker

Einleitung

Motivation

Entwicklungsgeschichte

Trajektorienfolgeregelung

Regelungsentwurf

Simulation

Implementierung

Trajektoriengenerator

Zusammenfassung & Ausblick

Einleitung

Motivation

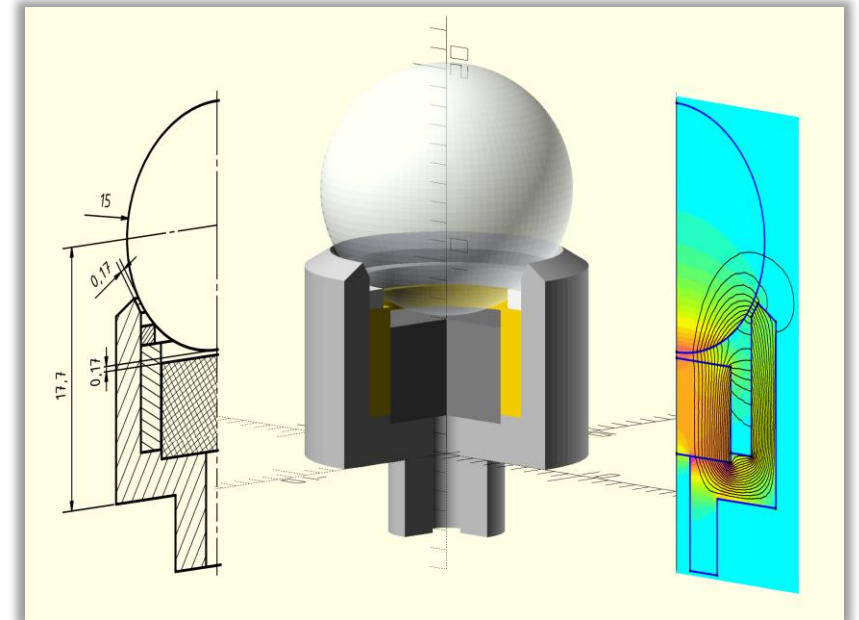
- Weiterentwicklung der Delta-FDM-Bauweise
- Vorteile der Delta-Bauweise
 - Geringere zu bewegende Massen und damit größere dynamische Steifigkeit
 - Hohe Druckgeschwindigkeiten und Beschleunigungen möglich
 - Größere Druckhöhen bei gleichem Grundriss
- Herausforderungen hinsichtlich Steuerung und Präzision
 - Parallelkinematik
 - Störungsanfällige Bewegungsübertragung



Einleitung

Entwicklungsgeschichte

- Wahl einer schwingungsarmen Gestellkonstruktion mittels Modalanalyse
- Optimierung spezieller Magnet-Kugel-Gelenke der Delta-Kinematik
- Verbleibende Positionsabweichungen auf Druckbett durch Nichtlinearitäten des Zahnriemengetriebes
- Geplanter Einsatz geregelter, linearer Servoantriebe als Parallelachsen
- Entwicklung eines kompakten optischen Positionssensormoduls
- Aufbau und Charakterisierung eines linearen Servoantriebes



Gliederung

Weiterentwicklung eines Linearservoantriebes für FDM-Drucker

Einleitung

Motivation

Entwicklungsgeschichte

Trajektorienfolgeregelung

Regelungsentwurf

Simulation

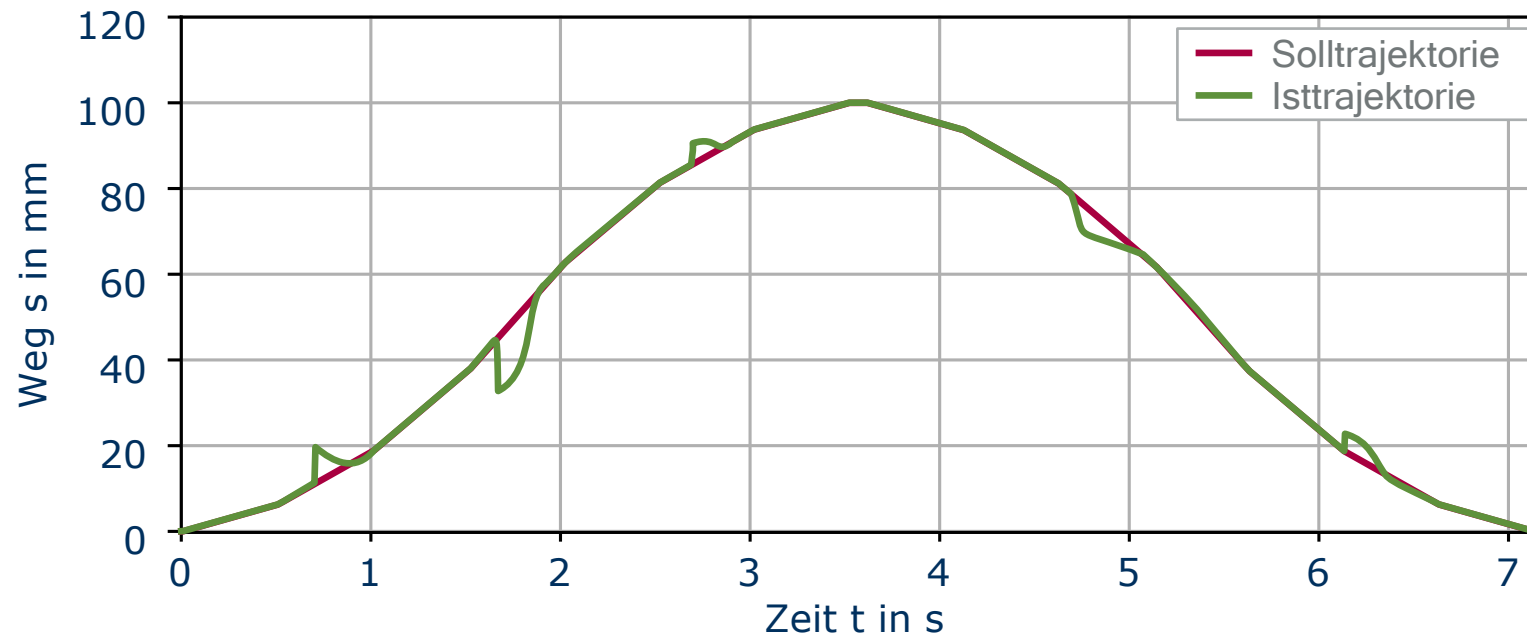
Implementierung

Trajektoriengenerator

Zusammenfassung & Ausblick

Trajektorienfolgeregelung

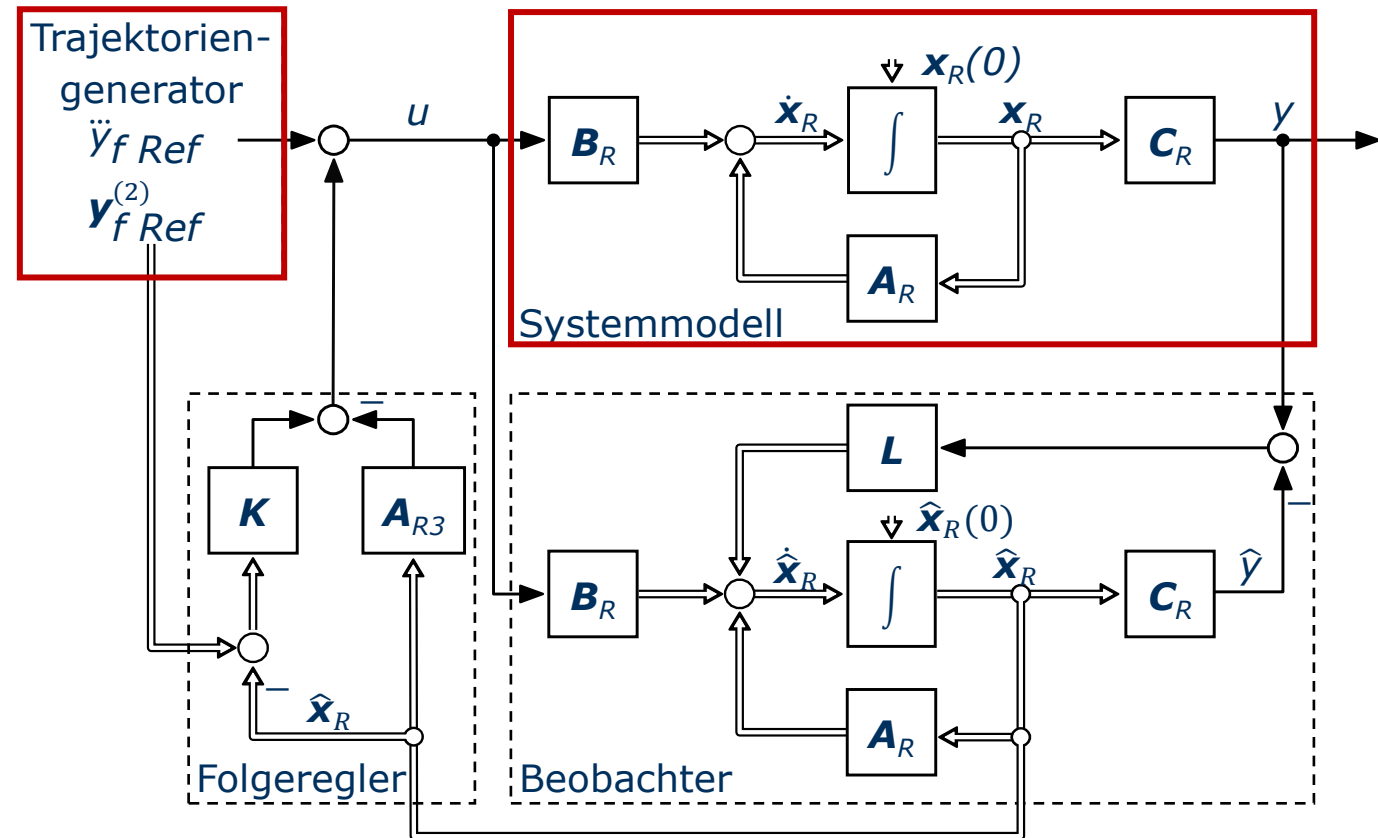
- Eine Trajektorienfolgeregelung setzt sich aus Vorsteuerung und Folgeregelung zusammen
 - Vorsteuerung erzeugt Steuersignale für Solltrajektorie
 - Folgeregelung wirkt Abweichungen von Solltrajektorie entgegen
- Resultierende Schrittmotor-Steuersignale sind Kombination aus Vorsteuerung und Folgeregelung



Trajektorienfolgeregelung

Regelungsentwurf

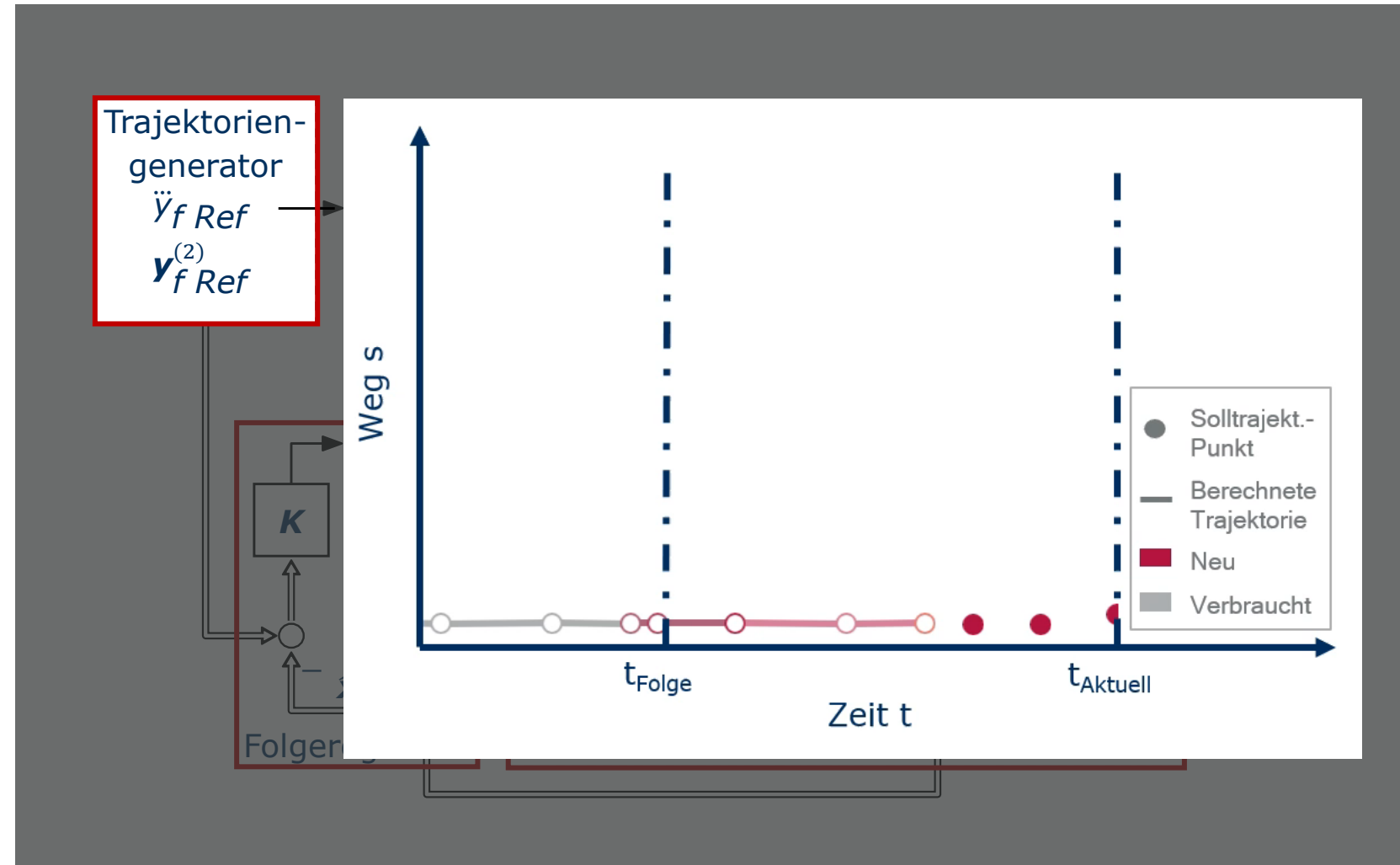
- Systemmodell bildet Linearservo-Verhalten ab
- Trajektoriengenerator erzeugt benötigte Solltrajektorie
 - Schrittaufbereitung
 - Trajektorienplanung
 - Trajektorienauswertung
- Folgeregelung wirkt Abweichungen des Systemausgangs von der Solltrajektorie entgegen
- Beobachter schließt aus messbarem Systemausgang auf den inneren Zustand des Systems



Trajektorienfolgeregelung

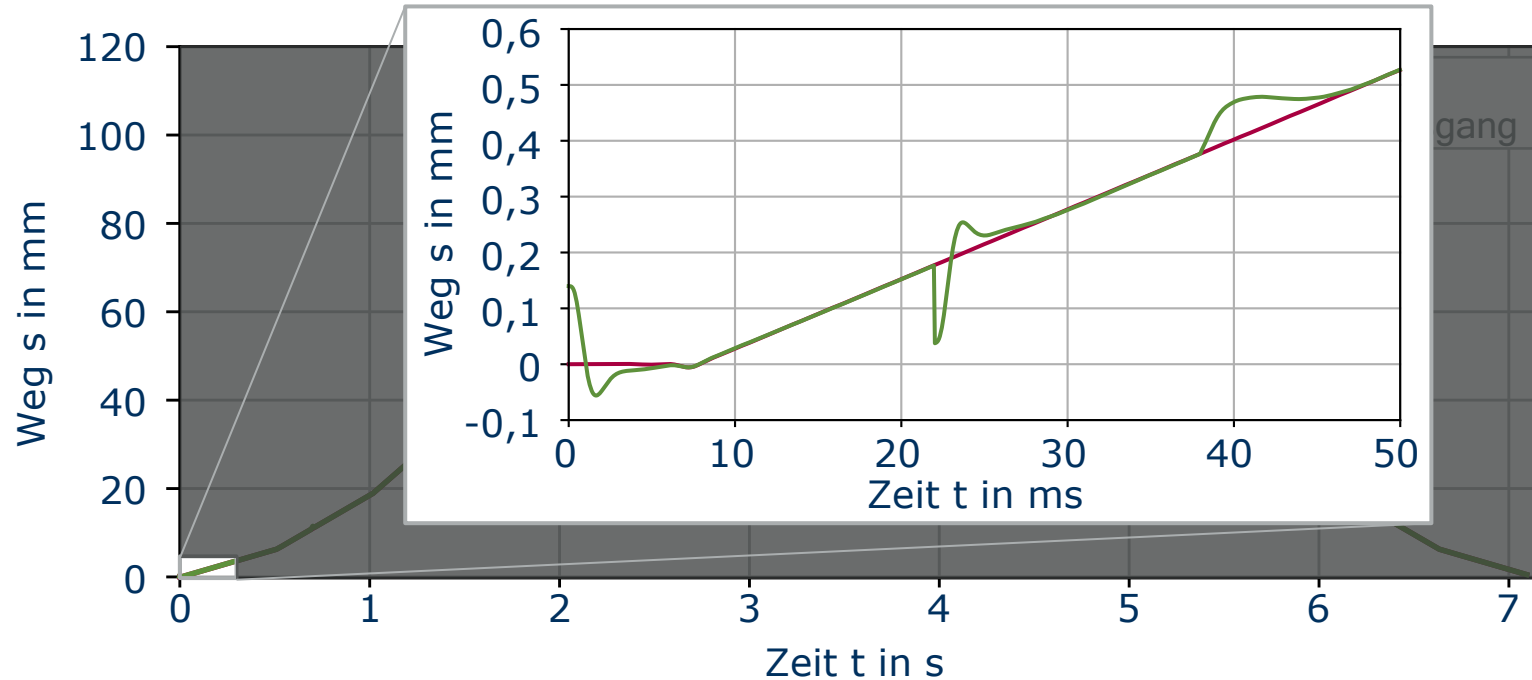
Regelungsentwurf

- Systemmodell bildet Linearservo-Verhalten ab
- Trajektoriengenerator erzeugt benötigte Solltrajektorie
 - Schrittaufbereitung
 - Trajektorienplanung
 - Trajektorienauswertung
- Folgeregelung wirkt Abweichungen des Systemausgangs von der Solltrajektorie entgegen
- Beobachter schließt aus messbarem Systemausgang auf den inneren Zustand des Systems



Trajektorienfolgeregelung

Simulation



- Als Fehlerfälle wurden Impuls-, Sprung- und lineare Störungen eingebracht
- Impuls- und Sprungstörungen des Druckkopfes von 100 μm werden innerhalb von 5 ms ausgegelt
- Mit Integralanteil können lineare Störeinflüsse kompensiert werden

Gliederung

Weiterentwicklung eines Linearservoantriebes für FDM-Drucker

Einleitung

Motivation

Entwicklungsgeschichte

Trajektorienfolgeregelung

Regelungsentwurf

Simulation

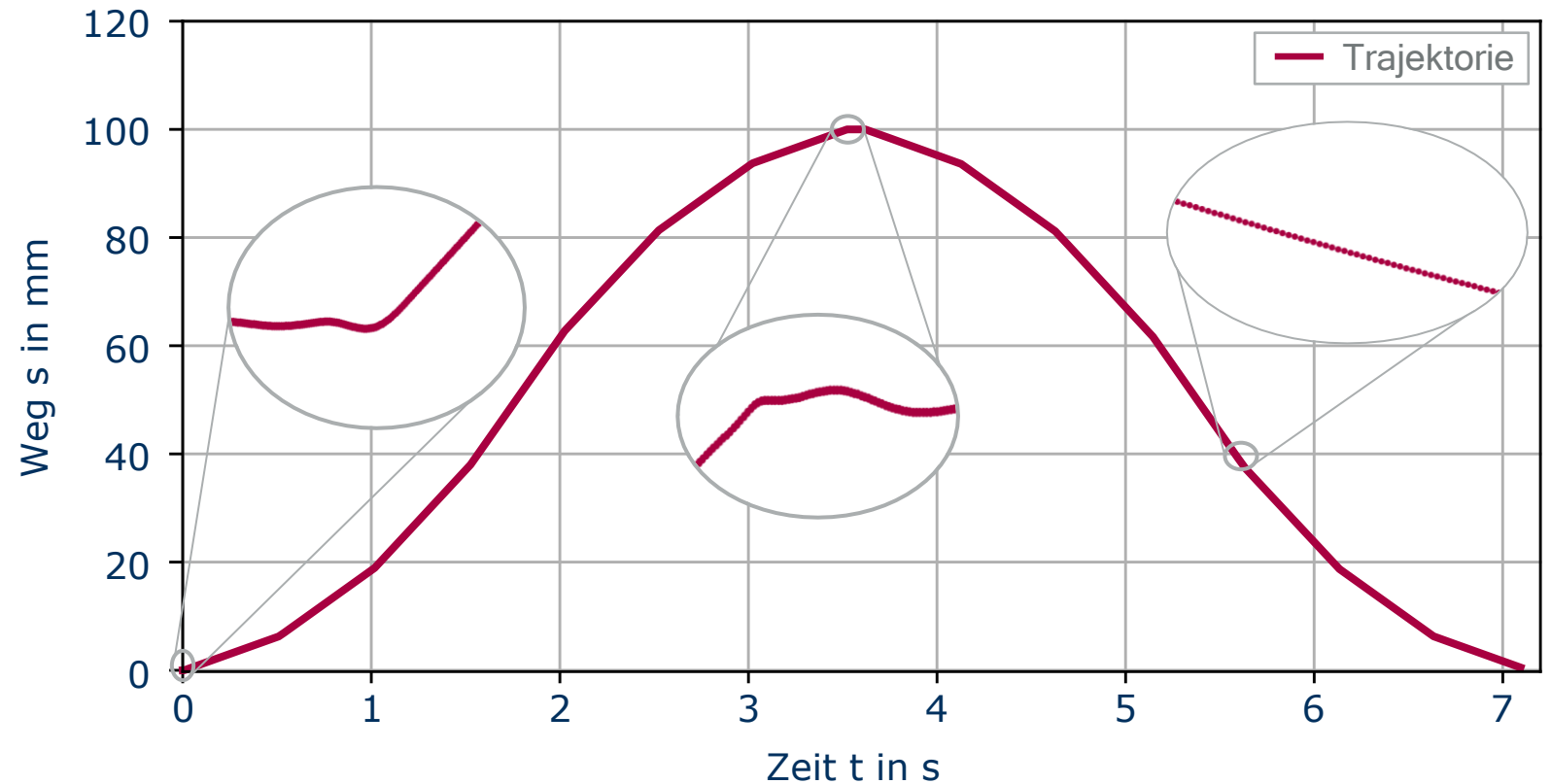
Implementierung

Trajektoriengenerator

Zusammenfassung & Ausblick

Implementierung Trajektoriengenerator

- Regelungsfrequenz von 16,66 kHz
- Interrupts organisieren Schrittaufbereitung, Trajektorienplanung und Trajektorienauswertung
- Anhand aufgestellter G-Code-Solltrajektorien getestet
- Ergebnis sind dreifach stetig differenzierbare Trajektorien
- Mit maximalen Abweichungen von 2,58 μm



Gliederung

Weiterentwicklung eines Linearservoantriebes für FDM-Drucker

Einleitung

Motivation

Entwicklungsgeschichte

Trajektorienfolgeregelung

Regelungsentwurf

Simulation

Implementierung

Trajektoriengenerator

Zusammenfassung & Ausblick

Zusammenfassung & Ausblick

Zusammenfassung

- Anpassung der Hardware für den Einsatz eines stetigen Regelungsverfahrens
- Entwurf und Simulation einer flachheitsbasierten Trajektorienfolgeregelung
- Softwareentwurf und Implementierung
 - Trajektoriengenerator
 - Funktionen zu Kompensation systematischer Abweichungen
 - Folgeregelung und Beobachter vorbereitet

Ausblick

- Parameterstudie des Trajektoriengenerators an Druckercontroller
- Inbetriebnahme des Linearservos mit vollständiger Trajektorienfolgeregelung
- Charakterisierung des geregelten Linearservos mittels Laserinterferometer
- Experimentelle Feinabstimmung der Folgeregelungs- und Beobachterparameter

Vielen Dank für Ihre Zeit und Ihr Interesse