**Produktdesign und Produktentwicklung**

Greifer Entwicklung

Kevin Eppacher

Moritz Dönges

Inhaltsverzeichnis

[Greif-Aufgabenstellung 3](#_Toc189674377)

[Konstruktives Schema 4](#_Toc189674378)

[Greifkraft und Antrieb Berechnung 6](#_Toc189674379)

[Analytische und Numerische Auslegung 6](#_Toc189674380)

[Konstruktive Gestaltung 6](#_Toc189674381)

[Adaption zur Lösung 6](#_Toc189674382)

[Literaturverzeichnis 8](#_Toc189674383)

# Greif-Aufgabenstellung

Ziel ist es ein Werkstück, wie in Abbildung 1 dargestellt, von einem Förderband zu entnehmen und mittels einem geeigneten Endeffektor auf einem 6-Achs-Knickarm Roboter auf zwei Förderbänder abwechselnd zu manipulieren.   
Ein Bild, das Werkzeug, Design enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Abbildung 1: Werkstück

In Abbildung 2 ist die Anlage veranschaulicht. Die bearbeiteten Werkstücke kommen mittels einem Gurt-Förderband, welche auf dem Förderband durch einen Seitenanschlag positioniert werden. Die endgültige Position längs in Fahrtrichtung des Förderbandes, wird durch eine 2D-Kamera ermittelt, sodass der Roboter variabel die Werkstücke aufnehmen kann. Die Taktzeit beträgt 5 s vom Zeitpunkt der Entnahme des Werkstückes bis zur nächsten Entnahme des Werkstückes. Aus Taktzeitgründen, wird vorgesehen, dass ein Leichtbau Manipulator auf einer linear Schiene verfahrbar ist, um Werkstücke bereits am Anfang des Förderbandes zu entnehmen. Dies ermöglicht es, vorübergehend einen Zeitpuffer aufzubauen.

Ein Bild, das Text, Diagramm enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Abbildung 2: Anlagen Skizze

In Abbildung 3 (rechts) wird dargestellt, in welcher Orientierung das Werkstück auf dem Förderband ankommt und wie das Werkstück in welcher Orientierung platziert und abgeführt wird (links).

Ein Bild, das Hartwaren enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Abbildung 3: Bauteil Orientierung (Rechts – Zuführung | Links Abführung)

# Konstruktives Schema

Für die gegebene Aufgabenstellung wird ein parallel Backengreifer vorgesehen, mit einer kreisschiebenden Bewegung. Ein Parallel-Backengreifer mit Kreisschiebung kombiniert die Vorteile eines stabilen und kraftvollen Greifmechanismus mit hoher Präzision und Verschleißarmut. Er eignet sich besonders für automatisierte Produktionsprozesse, in denen eine zuverlässige und wiederholbare Bauteilhandhabung erforderlich ist.

Die Auslegung des Greifers hängt von folgenden Faktoren ab:

- Greif Merkmale  
- Greifkraft  
- Greifvolumen

Das Werkstück in Abbildung 1 eignet sich optimal mittig auf den seitlichen parallelen Flächen zu greifen. Der Abstand zwischen beiden Flächen beträgt 42 mm. Somit muss der Greifer für mindestens 42 mm ausgelegt werden, indem die Hebelarme des Parallel-Backengreifers dementsprechend lang genug konstruiert wird. Die notwendige Greifkraft wird in Kapitel “Greifkraft und Antrieb Berechnung“ näher erläutert. In Abbildung 4 ist eine schematische Skizze des Greifers dargestellt. Der Ordnungszustand des Werkstückes wird durch den Positionierungsgrad und dem Orientierungsgrad ermittelt. Obwohl das Werkstück auf dem Förderband mit einem seitlichen Anschlag zentriert wird, kann es sich in Längsrichtung des Förderbandes und in Querrichtung entlang der Auflagefläche frei bewegen. Zusätzlich kann das Werkstück sich auf dem Förderband entlang der z-Achse (orthogonal zur Auflagefläche des Förderbandes) frei bewegen. Aus dem ergibt sich folgender Positionierung (PG)-und Orientierungsgrad (OG):

**PG**: 1

**OG**: 1

Aus dem ergibt sich der ein Ordnungszustand (OG) von 1 (OG/PG). Ein OZ von 1 bedeutet, dass das Werkstück teilgeordnet im Raum ist. Um die Pose (bestehend aus Position und Orientierung) zu ermitteln, wird eine 2D-Kamera verwendet, um das Bauteil entlang und quer zum Förderband zu lokalisieren und um die Orientierung zu ermitteln.

Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen


Abbildung 4: Schematische Skizze des Parallelbackengreifers

Das Bauteil besitzt mit dem vorgesehenen Greifer zwei Freiheitsgrade, da es sich entlang der Greiffläche bewegen kann. Diese Bewegungsmöglichkeit wird jedoch durch den erforderlichen Kraft- und Reibschluss kompensiert. Der Greifer setzt sich aus sieben Gliedern, acht Drehgelenken und einer kinematischen Zwangsbedingung zwischen dem Antriebszahnrad und dem Abriebzahnrad zusammen. In Abbildung 5 wird die kinematische Kette des Endeffektors illustriert, welches die Struktur und Anordnung der einzelnen Glieder sowie die Verbindungselemente darstellt. Die Kinematik des Systems basiert auf einer geschlossenen Viergelenkkette mit zusätzlichen Verbindungen, die eine synchrone Bewegung der Greifbacken ermöglichen.

Die nummerierten Gelenke in Abbildung 5 zeigen die Hauptbewegungspunkte des Mechanismus, wobei die Glieder durch Drehgelenke gekoppelt sind. Der zentrale Bereich (Glied 1) dient als Basisstruktur, an der die übrigen beweglichen Elemente angebracht sind. Durch die Zwangsbedingung zwischen dem Antriebszahnrad und dem Abriebzahnrad wird eine gleichmäßige Kraftübertragung auf beide Greifseiten gewährleistet, sodass eine symmetrische und präzise Greifbewegung ermöglicht wird.

Weiterhin sorgt die gewählte Kinematik für eine gleichmäßige Verteilung der Greifkräfte auf das Bauteil, wodurch eine zuverlässige Handhabung sichergestellt wird. Dies ist besonders wichtig, da sich das Werkstück entlang der Greiffläche bewegen könnte, falls der Kraft- und Reibschluss nicht ausreicht. Die Mechanik des Greifers minimiert dieses Risiko durch eine kontrollierte Bewegung und eine stabile Haltekraft.

Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen
Freihandzeichnungen


Abbildung 5: Kinematische Kette des 7-gliedrigen Greifers

Ein Bild, das Text, Schrift, weiß, Diagramm enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

# Greifkraft und Antrieb Berechnung

**Randbedingungen für die Greifkraft Berechnung:**

* Masse = 0.42 kg
* Taktzeit = 5 s
* Roboter maximale TCP-Geschwindigkeit = 1.2 m/s

Die Masse des Werkstückes wurde in SolidWorks (SW) mittels den Materialeigenschaften (0.7050 Gusseisen) ermittelt. Die Taktzeit wurde vorgegeben durch die Materialflussgeschwindigkeit der vorherigen Anlage und eine maximale TCP-Geschwindigkeit von 1.2 m/s.

**Folgende Annahmen wurden für die Greifkraft Berechnung angenommen:**

Sicherheit = 2

Reibkoeffizient = 0.45

Um etwaige Modellunsicherheiten zu kompensieren, wurde mit einer Sicherheit von 2 gerechnet und der Reibkoeffizient ergibt sich aus den Materialeigenschaften zwischen Gummi (TPU) und Gusseisen (0.7050) und wurde aus den Kenndaten im Buch [1] ermittelt.

Ein Bild, das Text, Screenshot, Schrift, Zahl enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Der maximale Abstand zwischen der Pick- und Place-Position wird berechnet, indem die maximale Geschwindigkeit mit der halben Taktzeit multipliziert wird.

Zur vereinfachten Berechnung der maximalen Beschleunigung beim Anheben des Werkstücks wird angenommen, dass die Geschwindigkeit zu Beginn v=0 ist und die Beschleunigung ihren Höchstwert bei der Hälfte des Verfahrwegs erreicht.

Mithilfe der allgemeinen Bewegungsgleichung wird die Beschleunigung a hergeleitet. Da sowohl die Zeit, zu der die maximale Beschleunigung auftritt, als auch der maximale Abstand bekannt sind, kann die Beschleunigung direkt berechnet werden.

Ein Bild, das Text, Screenshot, Schrift, Zahl enthält.

Automatisch generierte Beschreibung  
Dadurch dass zwei Greiferbacken das Werkstück abhängig der Gravitationsbeschleunigung und der höchst Beschleunigung mit einem Reibkoeffizienten μ festhalten, kann die notwendige Greifkraft berechnet werden. Mittels der h-Strecken Methode, wird im Punkt A (Abbildung 6) die notwendige Kraft berechnet, durch den h-Strecken Verhältnis am Greifpunkt relativ zu Punkt A. Aus der Länge des Hebels für Glied 2 und 7 (Abbildung 4), kann das notwendige Moment berechnet werden.  
  
Ein Bild, das Screenshot, Design enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Abbildung 6: Grafische Berechnung der Kraft im Punkt A mittels der h-Strecken Methode

Es wurde ein Servo DC-Motor mit einem Drehmoment von 20 kgcm bzw. 1.96 Nm vorgesehen. Aus dem notwendigen Moment und dem Drehmoment des Servo Motors, ergibt sich eine Sicherheit von über 2.5.

# Analytische und Numerische Auslegung

# Konstruktive Gestaltung

# Adaption zur Lösung

Abbildungsverzeichnis

[Abbildung 1: Ein Zitronenfisch (Zitronenfischzeichner, 2022) 5](#_Toc129777719)

# Literaturverzeichnis

European Court of Human Rights, Council of Europe. (kein Datum). *Die Europäische Menschenrechtskonvention (Fassung Protokoll 11, 14).* Abgerufen am 04. 03 2021 von https://www.echr.coe.int/Documents/Convention\_DEU.pdf

Zitronenfischzeichner. (22. 10 2022). Zitronenfisch. Meer.

References

[1] Gomeringer, R., Kilgus, R., Menges, V.*, et al.*: ‘Tabellenbuch Metall: Mit Formelsammlung’ (Verlag Europa-Lehrmittel Nourney Vollmer GmbH & Co. KG, Haan-Gruiten, 2024, 49th edn.)