

Montagekonzept für Lithium-Ionen-Zellen und dessen Greifsystem

Assembly Concept for Lithium-Ion Cells and its Gripping System

Jonathan Uihlein, B. Eng., Hochschule Heilbronn, Fakultät Mechanik und Elektronik, 74081 Heilbronn, Deutschland, jonathan.uihlein@hs-heilbronn.de

Manuel Schulz, M. Eng., Hochschule Heilbronn, Fakultät Mechanik und Elektronik, 74081 Heilbronn, Deutschland, manuel.schulz@hs-heilbronn.de

Prof. Dr.-Ing. Timo Hufnagel, Hochschule Heilbronn, Fakultät Mechanik und Elektronik, 74081 Heilbronn, Deutschland, timo.hufnagel@hs-heilbronn.de

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Dieter Schramm, Universität Duisburg-Essen, Lehrstuhl für Mechatronik, 47057 Duisburg, Deutschland, dieter.schramm@uni-due.de

Kurzfassung

Die wirtschaftliche Herstellung von Lithium-Ionen-Akkupacks in großen Stückzahlen kann nur durch einen hohen Automatisierungsgrad erreicht werden. Hier werden in der Regel Sondermaschinen verwendet, die auf ein bestimmtes Produkt ausgerichtet sind. Bei dem Montageprozess von Lithium-Ionen-Akkupacks in kleinen Losgrößen sind solche Anlagen meist nicht rentabel. Hier werden die einzelnen Akkuzellen häufig von Hand zu einem Akkupack zusammengesteckt.

Dabei spielt die kontinuierliche Optimierung des Produktionsprozesses eine wesentliche Rolle, um die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen zu sichern. Im Rahmen des Forschungsprojektes *KIAkkuMont* wird dieser händische Montageprozess durch einen kollaborierenden Roboter ersetzt. Mithilfe künstlicher Intelligenz entsteht dadurch ein neuartiger, taktzeitoptimierter und sehr flexibler Montageprozess.

Der vorliegende Beitrag befasst sich mit der Entwicklung eines neuartigen Greifsystems und der direkten Zuführung der Lithium-Ionen-Zellen für die bestehende Anlage [1]. Dabei werden die Zellen dem Greifer direkt durch einen Schlauch über eine Zuführeinheit bereitgestellt. Dadurch müssen die Zellen nicht an einer entfernten Position aufgenommen werden, sodass diese zeitintensive Verfahrenswege komplett entfallen. Die gewünschte Polarität kann direkt an der Zuführeinheit realisiert werden. Des Weiteren wird eine neuartige Methode zu der Nachführung der Lithium-Ionen-Zellen sowie eine Optimierung des gesamten Montageprozesses vorgestellt.

Zuführung der Zellen

Für das Bereitstellen einer Lithium-Ionen-Zellen für das Greifsystem, wurde ein Zuführsystem entwickelt, welches diese entsprechend der nötigen Polarität in den Schlauch einführt (Abbildung 1). Dazu werden diese zunächst aus dem teilgeordnetem Stapelmagazin (1) mittels Segmentzuteiler (2) vereinzelt [2]. Die Orientierung der Zellen kann dabei beliebig sein. Der Segmentzuteiler führt die Zellen daraufhin an zwei Schleifkontakten entlang, um die Polung sowie die Zellspannung zu messen und somit die Orientierung zu bestimmen (3). Die nachgeschaltete Orientierungseinheit (4) führt dann die Zelle entsprechend der gewünschten Polarität in den Zuführschlauch (5) ein. Dies geschieht durch einen Drehmechanismus, welcher die horizontal orientierte Zelle 90° in beide Richtungen drehen kann. So können Zellen mit beiden Ausrichtungen dem Greifsystem zugeführt werden. Dadurch können die Zellen in hoher Taktzeit und in gewünschter Polarität in den Schlauch eingeführt werden.

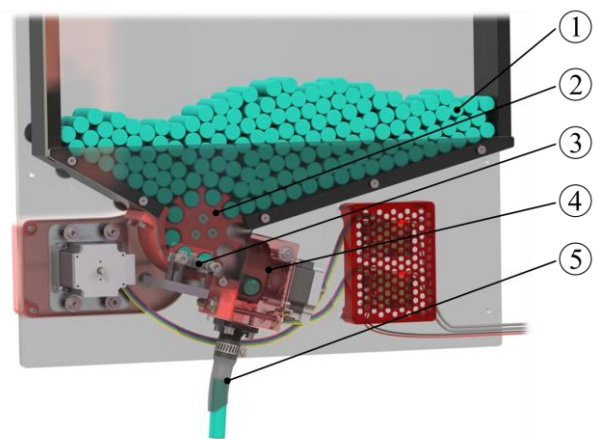


Abbildung 1: Zuführkonzept der Lithium-Ionen-Zellen für das optimierte Greifkonzept

Optimierung des Greifsystems

Mithilfe einem speziell für dieses Montagekonzept entwickelte Zuführsystem für Lithium-Ionen-Zellen wird die Taktzeit stark minimiert. Die Bereitstellung der Zellen erfolgt hierbei lediglich über einen Zuführschlauch, der die Zuführeinheit mit dem am Roboter montierten Greifsystem verbindet.

Bei bestehenden Systemen mit Schlauchzuführung [1] wird eine Auffangvorrichtung benötigt, die die Zellen im Greifsystem positioniert. Diese kann im vorgestellten Verfahren ebenfalls entfallen. Der in Abbildung 2 dargestellte Greif- und Montageprozess stellt den Zyklus des optimierten Greifsystems dar.

Zunächst verfährt das Greifsystem von der zuvor montierten Zelle auf die neue Montageposition (1). Daraufhin wird diese in den Zellhalter montiert (2). Durch Öffnen des Greifsystems fällt die vorgelagerte Zelle (blau) auf bereits montierte Zelle (3). Daraufhin verfährt der Roboter mit dem Greifsystem eine Zellenlänge nach oben (4). Anschließend wird die Zelle gegriffen (5) und eine weitere vorgelagerte wird durch das Zuführsystem bereitgestellt. Am Ende eines Zyklus wird der Greifer leicht angehoben (6), sodass dieser zur nächsten Position verfahren kann. Durch dieses Greifsystems entfällt die komplexe Mechanik und die Verfahrenwege werden weiter minimiert, wodurch eine Taktzeitoptimierung resultiert.

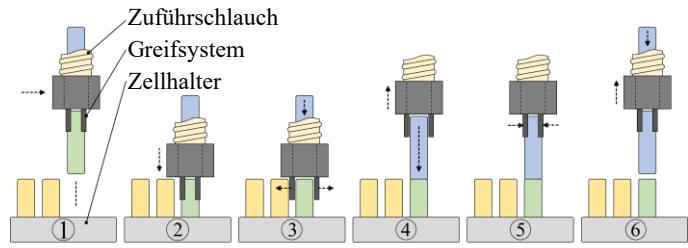


Abbildung 2: Neuer Greif- und Montageprozess zum bestücken der Zellen in die Zellhalter

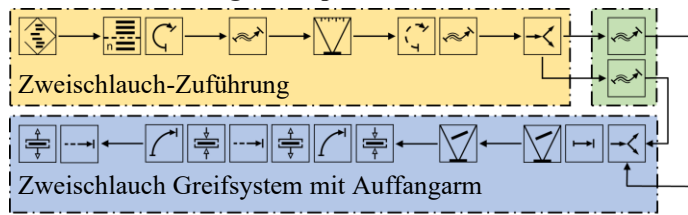
Optimierung des gesamten Handhabungsprozesses

Mit Hilfe von Funktionsplänen lassen sich komplexe Handhabungsvorgänge in ihre elementaren Funktionen gliedern und damit leichter planen, überprüfen und optimieren. Details zur Erstellung solcher Pläne sind in der Richtlinie VDI 2860 [3] beschrieben.

In diesem Abschnitt wird der Montageprozess anhand von zwei Konzepten verglichen. Die bestehende Anlage [1] beinhaltet zwei Schläuche und eine Auffangvorrichtung, die die Zellen im Greifsystem positioniert. Der neue Handhabungsablauf zeigt die erhebliche Vereinfachung, die durch die Optimierung ermöglicht wird. Der Prozess der Handhabung wird in Abbildung 3 dargestellt. In diesem Vergleich wird die Zuführung der Zellen im gelben Teilsystem dargestellt, das Teilsystem der Verbindung durch den Zuführschlauch grün und das Teilsystem des Greifsystems ist blau gekennzeichnet. Durch die Zuführung mit einem Schlauch können alle Teilsysteme deutlich vereinfacht werden. Dadurch wird die Komplexität der Anlage, sowie die potenzielle Fehleranfälligkeit deutlich reduziert. Insbesondere beim Greifsystem entfallen einige zeitaufwändige Elementarfunktionen. Die größte Zeitersparnis ergibt sich durch die Verlagerung der Prozesse in die Zuführeinheit, wodurch robustere und schnellere Systeme zur Bereitstellung einer Zelle möglich sind. Ein weiterer Vorteil, der sich aus der Vereinfachung des Greifsystems ergibt, ist das geringere Gewicht, das am Endeffektor des Roboters hängt.

Das optimierte Montagekonzept in Abbildung 3 lässt sich dabei wie folgt beschreiben: Der erste Schritt umfasst das „teilgeordnete Speichersystem“, in welchem die Zellen vorgelagert sind. Dabei ist eine zufällige Anordnung der Polung der Zellen zulässig (Pluspol vorne / hinten). Die beiden darauffolgenden Elementarfunktionen (Symbol „Abteilen einer unbestimmten Anzahl“ und „drehen“) beschreiben den Entnahmevorgang der Zellen aus dem Magazin. Diese Funktionen werden durch den sich drehenden Segmentzuteiler umgesetzt. Anschließend werden die Zellen zur Messeinheit der Zellspannung geführt („Führen“ und „Messen“). Die Pfeile stellen laut Norm den sukzessiven Ablauf der Elementarfunktionen dar. Durch die Messung der Zellspannung kann die Zelle entsprechend orientiert werden. Dieser Ablauf wird in der Abbildung durch die Funktionen „Orientieren“ und „Führen“ beschreiben. Der Zuführschlauch zwischen Zuführeinheit und Greifsystem wird als separates Teilsystem (grün) betrachtet, weshalb das Symbol „Führen“ mit einem separaten Rahmen versehen ist. Das Teilsystem des Greifers ist in der Abbildung in blau dargestellt. Der oben beschriebene Montageprozess einer Zelle wird mit den Funktionen „Positionieren“, „Spannen“, „Positionieren“ und „Entspannen“ beschrieben.

bestehendes Montagekonzept



optimiertes Montagekonzept

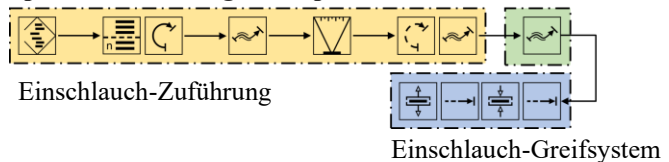


Abbildung 3: Vergleich der Funktionspläne der Handhabungsprozesse nach VDI 2860

Literatur

- [1] M. Schulz, P. Wächter, T. Hufnagel, and D. Schramm, *Entwicklung eines mechatronischen Greifsystem zur Taktzeitoptimierung für die Montage von einzelnen Lithium-Ionen-Zellen in Zellhalter*. Duisburg, Essen: Universität Duisburg-Essen, 2022.
- [2] S. Hesse, *Grundlagen der Handhabungstechnik*, 5th ed. München: Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, 2020.
- [3] *VDI 2860: 1990-05: Montage- und Handhabungstechnik; Handhabungsfunktionen, Handhabungseinrichtungen; Begriffe, Definitionen, Symbole*, Verein Deutscher Ingenieure.

DuEPublico

Duisburg-Essen Publications online

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Offen im Denken

ub | universitäts
bibliothek

In: Zehnte IFToMM D-A-CH Konferenz 2024

Dieser Text wird via DuEPublico, dem Dokumenten- und Publikationsserver der Universität Duisburg-Essen, zur Verfügung gestellt. Die hier veröffentlichte Version der E-Publikation kann von einer eventuell ebenfalls veröffentlichten Verlagsversion abweichen.

DOI: 10.17185/duepublico/81583

URN: urn:nbn:de:hbz:465-20240304-110714-8

Alle Rechte vorbehalten.