

# Ein Beitrag zur Entwicklung eines Verfahrens zum automatisierten bündigen Einschrauben von ASSY 4 CSMP-Schrauben auf Basis eines ABS18 Compact.

David Retinski

Clemens Klöck

Fakultät Informatik und Informationstechnik, Hochschule Esslingen

Arbeit durchgeführt bei der Firma Adolf Würth GmbH & Co. KG, Künzelsau

## Einleitung

Akkuschrauber, Schlagschrauber und Bohrmaschinen sind sogenannte Powertools. Diese sind in der heutigen Zeit fester Bestandteil jedes Haushaltes. Die Elektrowerkzeugindustrie ist in Deutschland trotz der Dominanz mehrerer größerer Hersteller und Marken vielfältig und differenziert strukturiert. Hierbei muss zwischen den Marktsegmenten Profibedarf und dem Heimwerker unterschieden werden. Für den Laien sind im Internet immer mehr Do-it-yourself-Projekte (DIY) für ein schöneres Zuhause zu finden. Aufgrund der wachsenden Nachfrage nach DIY-Projekten steigt auch der Bedarf an Powertools [5]. Nicht nur in diesem Bereich steigt die Nachfrage nach Elektrowerkzeuge. In Deutschland arbeiten in der Profibranche, je nach Abgrenzung, 12.000 bis 14.000 Beschäftigte [3]. Diese stellen wichtige Anforderungen an Powertools. Hierzu zählen aus Nutzersicht beispielsweise die Leistungsfähigkeit, Qualität, Ergonomie und vielfältige Anwendungsmodi. Typische Ansatzpunkte für diese Modi sind intelligente Funktionalitäten, die den Anwender bei der Arbeit unterstützen [3]. Dies ist sowohl in der Heimwerker Branche als auch beim Profibedarf von großem Interesse. Solche intelligenten Algorithmen steigern ebenso die Effizienz der Arbeit, dies hat den Vorteil das Profihandwerker schneller und genauer Arbeiten können. Fehlt dem Anwender das Knowhow so kann dies mit intelligenten und vernetzten Powertools kompensiert werden. Elektrowerkzeuge dieser Art liefern bessere Arbeitsergebnisse. Zudem werden Fehlausführungen und die damit einhergehenden Geräteschäden minimiert. Außerdem können diese Powertools dazu beitragen, Verletzungen von Nutzern zu reduzieren [5]. Dementsprechend steigt das Innovationsgeschehen für die Zukunft der Branche an.

## Einordnung der Arbeit bei der Firma Würth

Als Reaktion auf den steigenden Wettbewerbsdruck und zur Förderung des Unternehmenswachstums verfolgt die Adolf Würth GmbH & Co. KG (AWKG) das Ziel, eine stärkere Kundenbindung zu erreichen [1]. Eine Möglichkeit wäre es die Produkte aufeinander abzustimmen und somit miteinander zu verbinden. Das schafft ein sogenanntes "Ökosystem" von Produkten, die in Kombination Mehrwert für den Kunden liefern. Anwendern mit eigens entwickelten intelligenten Powertools einen Mehrwert zu bieten ist ebenfalls ein praktizierter Ansatz. Mit beiden Möglichkeiten kann das vorgenommene Ziel erreicht werden. Die Würth-Gruppe möchte sich verstärkt vom Großhändler hin zu einem Hersteller eigener Produkte entwickeln. Mit diesem Schritt wird ein größerer Einfluss auf den zukünftigen Produktentwicklungsprozess möglich. Durch die zunehmende Verfügbarkeit von preiswerten Sensoren und Mikrocontrollern ist es möglich Kundenanforderungen in Powertools mit intelligenten Algorithmen umzusetzen [8]. Diese neu entwickelten Algorithmen sorgen für eine Erhöhung von Komfort, Sicherheit und Zeiteinsparung bei der Anwendung. Bei der Implementierung intelligenter Komfort Funktionen kann auf interne Verbrauchsmaterialien zurückgegriffen werden. Diese Materialien, wie beispielsweise Holzschrauben werden firmenintern bereits entwickelt und produziert. Dies führt zu einem Marktvorteil gegenüber Wettbewerbern und erzielt eine Steigerung der Kundenwerte.

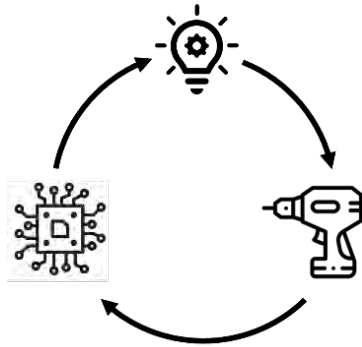


Abb. 1: Powertool mit einer intelligenten Algorithmik [2]

## Problemstellung

Für das Zusammenfügen verschiedener Holzstücke können Holzschrauben mit Senkköpfen verwendet werden. Diese ermöglichen ein bündiges Einschrauben und verbessern das Oberflächenergebnis. Die Oberfläche besitzt somit keine Erhöhung an der Verbindungsstelle und stellt eine ebene Fläche dar. Dies ist aus optischen, aber auch aus technischen Gründen gewünscht. Eine Studie des Institutes für Produktentwicklung am KIT (Karlsruher Institut für Technologie) kommt zum Ergebnis, dass bei manuell durchgeführten Verschraubungen, durchschnittlich 80 % der Einschraubzeit für die Annäherung an die gewünschte Einschraubtiefe oder für Korrekturen, aufgewendet wird [6]. Die Firma Würth kann ein ähnliches Problem bei ihren Kunden identifizieren. Um den Kunden die Arbeit zu erleichtern und eine deutliche Zeitersparnis zu erreichen wird ein Verfahren entwickelt, welches in der Lage ist, Senkkopf-Holzschrauben halbautomatisiert einzuschrauben.

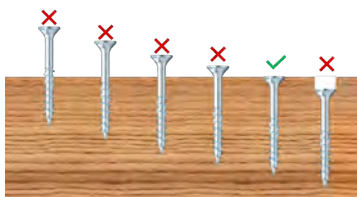


Abb. 2: Vergleich einer bündig eingedrehten Senkkopfschraube [2]

## Aktueller Stand

Eine Vielzahl der Akkuschauber, die auf dem Markt zu finden sind, besitzen bis dato eine mechanische Lösung für dieses Problem. Dies funktioniert entweder über eine mechanische Abstandsmessung von Werkzeug zu Oberfläche oder über eine mechanische Rutschkupplung. Beide Ansätze nutzen eine mechanische

Vorrichtung, um die Drehmomentübertragung bei einer gewünschten Einschraubtiefe zu unterbrechen. Einige Unternehmen wie beispielsweise die Firma Black & Decker [4] haben jedoch eine Algorithmik entwickelt, welche das bündige Einschrauben unterstützt. Zudem hat die Firma Positec Power Tools einen Algorithmus entwickelt, der anhand der Stromüberwachung herleiten kann, wann eine Schraube bündig in das Material eingedreht wurde [7]. Die Firmen, Bosch, Hilti und Festool haben bereits elektronische Drehmomentbegrenzungen, die das Arbeiten bereits deutlich erleichtern. Darüber hinaus sind derzeit viele Powertool Hersteller in einem Wandel. Das Thema IoT ist in der heutigen Zeit ein wichtiger Bestandteil der Gesellschaft. Dieser wachsende Pfad wird von zunehmend vielen Elektrowerkzeugherstellern angetrieben.

## Ziele der Arbeit

Ziel der aktuellen Abschlussarbeit ist es, ein elektronisch sensorbasiertes Verfahren zum bündigen Verschrauben von Senkkopfschrauben zu entwickeln. Der Algorithmus muss in der Lage sein, eine Senkkopfschraube ohne aktives Eingreifen des Nutzers bündig zur Oberfläche des Werkstückes einzudrehen. Bei der Entwicklung eines Algorithmus werden nicht nur Maschinendaten erfasst und ausgewertet. Es besteht außerdem die Möglichkeit zusätzliche Sensordaten einzubinden und mit Hilfe dieser die Genauigkeit zu verbessern. Diese liefern neue Daten die genauer analysiert werden müssen. Die Ergebnisse dieser Daten bilden die Grundlage für die Applikation der Abschaltkriterien. Idealerweise ist der Lösungsansatz auf mehrere Schraubenlängen übertragbar und erzielt dabei ebenfalls eine hohe Genauigkeit. Für eine Validierung der Ergebnisse wird ein Testplan, welcher alle unterschiedlichen Einflussgrößen beinhaltet, erstellt und ausgewertet. Für eine ökonomische Betrachtungsweise soll zudem überprüft werden. Ob die Firma Würth eine solche Funktionalität in den nächsten Akkuschaubern umsetzen kann.

## Ausblick

Sind die Hauptziele der Arbeit erreicht wird die Funktionalität des Algorithmus erweitert. Des Weiteren besteht die Möglichkeit zusätzliche Verfahren zu implementieren und miteinander zu vergleichen. Ein alternativer Ansatz wäre es die Anforderungen über einen Machine Learning Ansatz zu verbessern. Durch solch ein Ansatz kann eine Vielzahl von Merkmalen aus Signalverläufen betrachtet werden. Mit mehreren unterschiedlichen Verfahren bietet sich ebenfalls die Möglichkeit diese zu kombinieren, um die Vorteile beider zu nutzen. Für die Weiterentwicklung stellt hier die Einbindung aller Schraubendurchmesser und Schraubenlängen ein

Ziel dar. Des Weiteren ist es möglich innovative Funktionen für einen Akkuboehrschrauber zu entwickeln. Es gibt eine Vielzahl an Funktionalitäten, die in einem intelligenten Powertool erforscht werden müssen. Hierzu gehört beispielsweise eine Lageerkennung, eine elektronische Rutschkupplung, eine Anti-Kickback und

vieles weitere. Dementsprechend ist es für die Adolf Würth Gruppe von großem Interesse, die Forschung und die Entwicklung von neuen Funktionalitäten für Power Tools zu fördern. Folglich wird der Teilbereich Powertools immer weiter ausgebaut. Dies bietet Potenzial neue Ideen zu entwickeln und diese zu realisieren.

## Literatur und Abbildungen

- [1] GmbH Adolf Würth. Zielvereinbarung AWKG bis 2025. <https://intranet-wuerth.net/downloads/Zielvereinbarung2021.pdf>, 2021.
- [2] Eigene Darstellung.
- [3] Dispan Jürgen. *Branchenanalyse Elektrowerkzeuge*. Hans Böckler Stiftung, 343 edition, 2016.
- [4] Shaun Lovelass. Power tool having multiple operating modes. *EUROPEAN PATENT APPLICATION*, 2013.
- [5] GmbH Selfbits. Connected Power Tools. <https://selfbits.de/connected-power-tools/>, 2022.
- [6] Jürgen Wilwer, René Germann, Philipp-Tobias Dörner, and Sven Matthiesen. SMART assistive systems in power tools – Identification of product requirements in application studies. *The Design Society*, pages 141–150, 2020.
- [7] Tang Xiangyang. CONTROL METHOD FOR POWER TOOL AND POWER TOOL EXECUTING CONTROL METHOD. *EUROPEAN PATENT APPLICATION*, 2010.
- [8] Feng Zhou et al. Fundamentals of product ecosystem design for user experience. *Research in Engineering Design volume*, pages 43–61, 2011.