

## 7. Zusammenfassung

Durch den konsequenten Einsatz neuer Technologien können in der Montagetechnik erhebliche Rationalisierungspotentiale genutzt werden. Insbesondere die Fügetechnologie des Schraubens bietet hier eine Fülle von Möglichkeiten.

Gegenstand dieser Dissertation ist die Auswahl und Optimierung von Komponenten und Systemen zum Aufbau einer flexiblen, sensorgeführten Schraubzelle.

Um die Bedeutung der Schraube und der ihr zugeordneten Montageeinrichtungen herauszustellen, wird einleitend die Entwicklung und der Stand der Technik für die Schraube und Schraubmaschinen dargestellt.

Aus der Literatur und den Anforderungen aus der Praxis werden die Randbedingungen an flexible Schraubzellen mit Lochsuchsensoren gesammelt, um eine Auswahl der zu fügenden Schrauben zu treffen und die Anlage konzipieren zu können.

In der Arbeit werden verschiedene Antriebsarten verglichen, um im Anschluß daran für die servopneumatische Antriebstechnik Komponenten und Systeme auszuwählen, mit denen ein 4-Achsen-Roboter aufgebaut wird. Dabei kommen kolbenstangenlose Seilzylinder in einer speziellen reibungsarmen Ausführung und Lamellenmotore zum Einsatz.

Speziell für die Anforderungen durch den Roboter wird eine hochbeanspruchte Aluminium-Schlittenplatte und eine kompakte pneumo-hydraulische Sicherheitsbremse entwickelt. Der Luftzufuhr in den Servoachsen wurde durch die Realisierung durchflußoptimierter Anschlußblöcke besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Darüberhinaus wurde die Entwicklung eines steifen Roboter-Achsgestells aus kohlefaserverstärktem Kunststoff behandelt. Anschließend werden Untersuchungen zum Betrieb

ölfreier Lamellenmotore zur Optimierung des Lamellenwerkstoffes in Hinblick auf dessen Verschleißfestigkeit durchgeführt. Nach einer theoretischen Modellbetrachtung wird das Beanspruchungskollektivs der Lamellen ermittelt. Die Werkstoffauswahl führt zu 87 Materialien, die eingehend untersucht werden. Letztendlich sind mehrere Werkstoffe geeignet und es wird ein Kunststoff für den vorliegenden Anwendungsfall ausgewählt.

Zur Bestimmung von Koordinatenfehlern bei Bohrungen wird ein Sensor aufgebaut. Auf der Basis von pneumatischen Ringstrahlsensoren werden verschiedene Prototypen entwickelt, deren statisches und dynamisches Verhalten mit Hilfe geeigneter Prüfstände untersucht wird.

Zur Steuerung und Regelung der Anlage wird ein Multiprozessor-system in seiner Hardware- und Softwarekonfiguration vorgestellt. Die Optimierung der Reglerwerte wird durch ein rechnergestütztes Meß- und Optimierungsverfahren automatisiert. Abschließend wird ein Suchalgorithmus für den Loch-lagesensor diskutiert.

### Summary

Considerable efficiency can be gained by applying new technology to assembly methods. Especially the joining technology "Screwing" offers a lot of possibilities.

The topic of this thesis is the choice and optimization of components and systems for the design of flexible screwing cells, which are guided by sensors.

The development and state of technology of screws and screwing

machines is shown incipiently to demonstrate the importance of the screw and its joining devices.

From literature and specifications for industrial applicators, the restrictions for a flexible screwing cell are collected. Subsequently the types of screws are selected and the complete station is formulated.

In this paper, different kinds of drive systems are compared. Components and systems for servopneumatic drives are selected, which are the drives for a four axes robot with rodless cable cylinders in special low-friction version and vane motors.

A highly stressed support made from aluminium and a compact pneumo-hydraulic safety brake are developed especially for the requirements through the high dynamic robot. The supply base-plates for the servoactuators are optimized for a maximum flow rate. Henceforth the development of a rigid robot support made from carbon fibre reinforced plastic is discussed. Furthermore experiments are performed to optimize vane materials for dry running vane motors. The vane materials must have a high resistance to wear. After a theoretic analysis, a model of stressing for the vanes is determined. The selection of the materials results in 87 different types, which are tested intensively. Lastely a lot of materials are suitable and for this application one plastic is selected.

A sensor for determination of the errors in the coordinates of bores is developed. On the basis of pneumatic focused jet sensors different prototypes are designed. Their steady state and dynamic performance is tested with suitable test rigs.

The hardware and software configuration of a multiprocessor system is presented to control the complete station. The setting of the controllers is done automatically by a computer aided measure and optimization procedure. Finally a searching algorithm for the bore searching sensor is discussed.