

# Zuverlässigere mechatronische Systeme – Fluidtronic

## Produktentwicklung am Beispiel hydraulischer Pressenanlagen



1: Beispiel einer Schmiedepresse

Quelle: SMS-Meer GmbH

Georg Birmes, René von Dombrowski,  
H. Murrenhoff

**Hydraulische Pressenanlagen sind stark interdisziplinär geprägte, fluidtechnisch-mechatronische Systeme, die in geringen Stückzahlen entwickelt und hergestellt werden. Dieser Artikel beschreibt das Projekt „Fluidtronic“, welches die daraus resultierenden Schwierigkeiten bei der Komponentenanpassung in der Auslegung identifizieren und verringern soll.**

Fluidtechnische Systeme haben sich im Zuge der technischen Entwicklung unter Einbeziehung weiterer Wissenschaftsdisziplinen aus Ihrer fachlichen Eigenständigkeit weiterentwickelt. Ähnlich wie in einer Vielzahl anderer Branchen spielt auch hier der Gedanke der Automatisierung und der Systemintegration immer mehr eine entscheidende Rolle. Die so in der Fluidtechnik seit jeher vorzufindende Mechatronik mit ihrer disziplinübergreifenden Produktgestaltung stellt aber gerade diese Branche, die geprägt ist von kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU), vor schwierige Aufgaben. Die neuen Möglichkeiten für Auslegung, Steuerung oder Kommunikation werden häufig nicht optimal adaptiert und führen somit zu einem produktionsbedingten Mehraufwand oder einer unvollständigen Umsetzung der Kundenanforderungen in das Produkt.

Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) innerhalb des Rahmenkonzeptes „Forschung für die Produktion von morgen“ gefördert und vom Projektträger Forschungszentrum Karlsruhe, Bereich Produktion und Fertigungstechnologien (PTKA-PFT), betreut.

Das genannte Rahmenkonzept verfolgt als Leitfaden mit den bisher rund 250 geförderten Verbundprojekten [2] bessere Bedingungen für interdisziplinäre und somit komplexe Forschung, Entwicklung und Produktion. Damit soll am Standort Deutschland eine zukunftsfähige Produktion, gerade auch für KMU, gesichert werden. Das hier vorgestellte Projekt existiert in diesem Rahmen unter dem Themenfeld „Zuverlässigere mechatronische Systeme“, welches sich mit der Qualitätssteigerung durch Optimierungen in der Entwicklung, Produktion und Betrieb eines solchen Systems befasst.

Das Verbundprojekt mit dem Namen „Fluidtronic“ ist dabei an der RWTH Aachen in Zusammenarbeit des Instituts für fluidtechnische Antriebe und Steuerungen (IFAS) mit dem Werkzeugmaschinenlabor (WZL) entstanden. Am Beispiel einer hydraulischen Pressenanlage (Bild 1) wird sich hier speziell mit der Produktentwicklung in der Fluidtechnik beschäftigt.

Definierte Entwicklungsstrukturen und verbesserte Systemsimulationen sollen den Herstellern die Möglichkeit einer optimalen Systemauslegung bieten. Darüber hinaus liegt in dem Prinzip der Zustandsdiagnose (Condition Monitoring) erhebliches Potenzial für eine erhöhte Systemzuverlässigkeit. Dies soll für den Anwendungsfall geprüft und bewertet werden. ([www.fluidtronic.de](http://www.fluidtronic.de))

## Der Begriff „Mechatronik“ in der Fluidtechnik

„Mechatronik“ ist so aktuell wie nie zuvor. Dabei ist in vielen Fällen nicht klar definiert, was sich dahinter verbirgt. Die VDI-Richtlinie 2206 greift dieses Thema auf. Dabei wird dargelegt, dass die disziplinübergreifende Eigenschaft zu einer „Weiterentwicklung des Begriffs im Sinne einer Technologieerweiterung“ [3] führt. Darüber hinaus stellt diese Richtlinie folgende Definition nach Harashima, Tomizuka und Fukuda als meist treffend heraus:

„[Mechatronics is]...the synergetic integration of mechanical engineering with electronic and intelligent computer control in the design and manufacturing of industrial products and processes“ [3]

„[Mechatronik ist]...die synergetische Integration von Maschinenbau und elektronischer sowie intelligenter Computersteuerung bei Entwicklung und Fertigung industrieller Produkte und Prozesse“

**Autoren:** Dipl.-Ing. G. Birmes, Dipl.-Ing. R. von Dombrowski sind wissenschaftliche Mitarbeiter am Institut für fluidtechnische Antriebe und Steuerungen (IFAS) der RWTH Aachen.  
Leiter:  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. H. Murrenhoff



**Bild 2** zeigt grafisch die Integration der Fachbereiche. Diese Definition ordnet die Fluidtechnik dem klassischen Maschinenbau unter. Die Komplexität dieses Fachbereichs, der weiterführende Disziplinen wie Chemie und Tribologie beinhaltet, wird damit vernachlässigt. Um diesem Sachverhalt bei der Betrachtung von entsprechenden Systemen gerecht zu werden, behandelt das hier vorgestellte Vorhaben die Fluidtechnik als eigenständige Fachrichtung und prägt somit den Begriff der „fluidtechnisch-mechatronischen Systeme“.

Die hydraulische Presse als Referenzanlage für solch ein fluidtechnisch-mechatronisches System verfügt über eine Reihe disziplinübergreifender, integrierter Zusammenführungen der einzelnen Fachgebiete. Einige Komponenten einer Presse sind in **Bild 3** beispielhaft den vier genannten Fachdisziplinen zugeordnet. An dieser Darstellung wird die Eigenständigkeit der Fluidtechnik verdeutlicht.

### Entwicklungsumgebung

Die Fluidtechnik gehört zu den stark wachsenden Branchen in Deutschland. Die daraus entstandenen, gewachsenen Strukturen sind Ursache für eine derzeit weitestgehend sequentielle Bearbeitung in der Entwicklungsphase von Sondermaschinen. Ein Beispiel für einen Sequenzausschnitt ist in **Bild 4** skizziert. Die Zusammenführung der unterschiedlichen Disziplinen erfolgt dabei zu einem sehr späten Zeitpunkt, wodurch Wechselwirkungen nur noch unzureichend berücksichtigt werden können.

Die Ursache der mangelnden Berücksichtigung von Wechselwirkungen liegt, wie an Bild 4 bereits verdeutlicht, meist in einem unausgereiften Systementwurf. Darüber hinaus ist eine Kommunikation während des domänenspezifischen Entwurfs zwischen den einzelnen Fachdisziplinen in den wenigsten Fällen vorhanden. Dies erschwert die Systemintegration und führt entweder zu suboptimalen Ergebnissen oder deutlichem Zeitverzug.

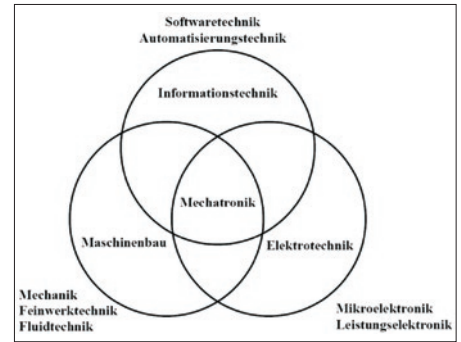
An dieser Stelle wird mit der Schaffung eines disziplinübergreifenden Systementwurfs angesetzt. In einem ersten Schritt wurden bereits in Form eines Workshops bei einem Pressenhersteller die vorhandenen Prozesse und Schnittstellen während der Entwicklung herausgearbeitet. Eine anschließende Analyse soll die Grundlage für eine Neudefinition von Schnittstellen darstellen. Mithilfe einer einheitlichen Kommunikationsebene (PLM-Plattform) soll schließlich eine kontinuierliche Verständigung unter den beteiligten Abteilungen, Dienstleistern und Zulieferern möglich werden. Dieses Vorgehen erlaubt einen Übergang der bisherigen sequentiellen Prozesse hin zu parallelen, welche Nacharbeiten und Fehler aufgrund mangelnder Kommunikation und unabgestimmter Änderun-

gen vermeiden. Darüber hinaus kann Fehlentwicklungen aufgrund von mangelnden fachübergreifenden Erfahrungen schon in einer sehr frühen Phase des Produktentstehungsprozesses vorgebeugt werden. Die beteiligten Unternehmen sind damit in der Lage, ihre Komponenten optimal an die Erfordernisse anzupassen und gegebenenfalls Anwendungshinweise an den Anlagenbauer (OEM) frühzeitig weiterzugeben. Dadurch soll einem iterativen Entwicklungsprozess nachhaltig entgegengewirkt und die Durchlaufzeit reduziert werden.

### Simulation

Derzeit werden die in der Entwicklung von hydraulischen Anlagen noch wenig genutzten Simulationsprogramme fast ausschließlich disziplingebunden, im domänenspezifischen Entwurf, angewandt. Eine Begutachtung der verwendeten Hilfsmittel und Software wurde in dem oben erwähnten Workshop bereits ansatzweise durchgeführt. Eine frühzeitige, dem Entwicklungsstand angepasste Simulation des Gesamtsystems ermöglicht schon während des Systementwurfs eine Verringerung von Konstruktions- und Auslegungsfehlern und ist daher empfehlenswert. Um bereits in einer frühen Phase des Systementwurfs eine Abschätzung der einzusetzenden Komponenten treffen zu können, sind für die Fluidtechnik inzwischen unterschiedliche Werkzeuge zur Systemsimulation auf dem Markt vorhanden. Als Beispiele können die Programme DSHplus (Fluidon), SimulationX (ITI GmbH) und SimHydraulics (Mathworks) angegeben werden.

Vor- und Nachteile der verschiedenen Werkzeuge werden derzeit mittels eines Kriterienkatalogs analysiert. Dieses Vorgehen soll helfen, die für den Kunden notwendigen Funktionen zu bündeln, um das opti-



**2: Mechatronik als Fusion der drei klassischen Ingenieur-Disziplinen nach [3]**

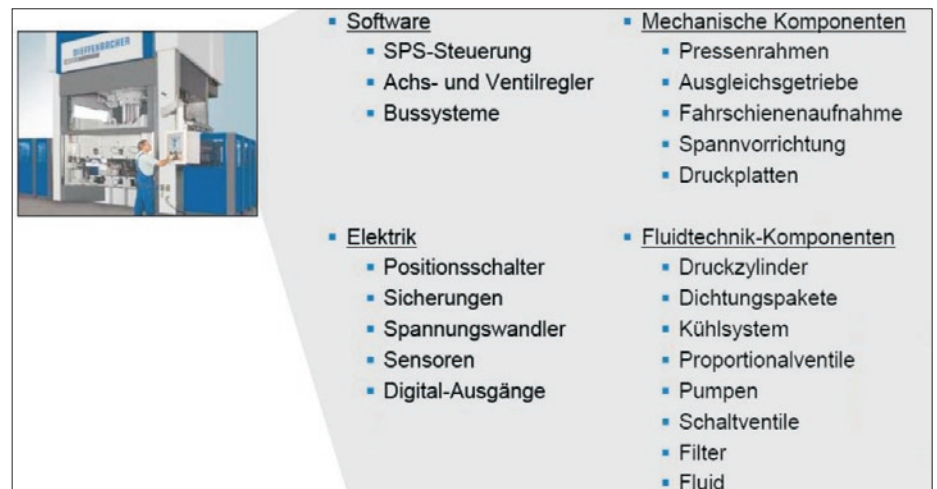
male Werkzeug für den jeweiligen Anwendungsfall zur Verfügung stellen zu können.

Darüber hinaus ist ein Ziel in dem vorgestellten Projekt „Fluidtronic“ die Erweiterung der Programmstrukturen für eine erhöhte Realitätsnähe. Dies betrifft folgende vier Punkte:

- Verbesserung der Reibkraftmodelle für den Zylinder- / Dichtungskontakt
- Erweiterung der Reibkraftmodelle hin zu Verschleißmodellen
- Einführung von Ölalterungsmodellen zur Vorhersage des Systemverhaltens nach einer vorgegebenen Betriebszeit
- Einführung von Schmutzeintragsmodellen zur Verbesserung der Ölalterungs- und Verschleißvorhersage

Für eine Bewertung der Einflüsse auf die Modellgrößen ist eine Parametertabelle entwickelt worden. Diese von allen Partnern durchzuführende Bewertung soll helfen, zu vernachlässigende Einflüsse früh aus der Betrachtung herauszunehmen und die weiteren Arbeiten auf die wesentlichen Punkte zu konzentrieren, um so schneller an Modellansätze zu gelangen.

Bisherige Ansätze zur Berücksichtigung der Reibkraft basieren auf der Stribeck-Kur-



**3: Beispielhafte Aufteilung von Komponenten einer hydraulischen Presse in die Teilgebiete eines fluidtechnisch-mechatronischen Systems [1]**

**4: Beispiel für einen Ausschnitt einer sequentiellen Bearbeitung**

