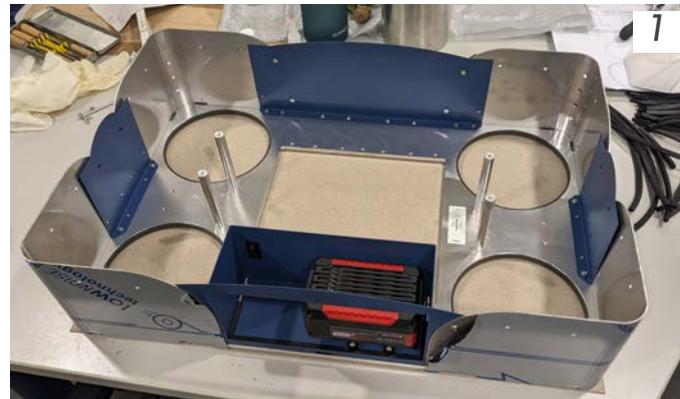


Flächenbewegliche Fahrwerke für kleinskalige fahrerlose Transportfahrzeuge (AGVs)

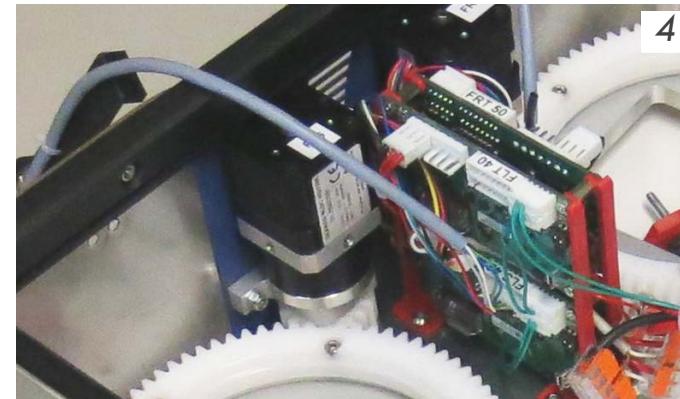
Die Vision einer wandelbaren und von hochdynamischen Warenströmen geprägten Produktion bestimmt in den letzten Jahren auch unsere Forschung im Bereich Produktionslogistik. Einen Lösungsweg stellen dabei kleinskalige fahrerlose Transportfahrzeuge (AGVs) dar, die in großer Anzahl die erforderliche Granularität im innerbetrieblichen Transport ermöglichen. Hier beschreitet das IFT neue Wege in der Konstruktion flächenbeweglicher Fahrwerke, um zukünftige Marktnischen zu erschließen.

Die gängigste Baugröße für den Transport kleiner Ladungsträger ist das KLT-Grundmaß von 600 x 400 mm. Aktuell gibt es ein vielfältiges Angebot an marktgängigen Fahrzeugen zur Beförderung einzelner oder gestapelter KLTs. Diese unterscheiden sich nicht nur in Komplexität, Ausstattung und damit letztlich in den Investitionskosten pro Stück sehr deutlich. Vielmehr weisen sie auch – bedingt durch die Anordnung der Fahrwerke – unterschiedliche Grade der Beweglichkeit auf.

Die weitverbreitetste Konstruktion ist der einfache und mit wenigen Komponenten realisierbare Differenzialantrieb. Zwei separat angetriebene Bockrollen mit gemeinsamer Achse – und zusätzlich je nach Bedarf passive Stützrollen – ermöglichen beliebige Kombinationen aus Vorwärts- und Drehbewegung, können jedoch niemals quer zur Fahrzeugausrichtung fahren. Diese Einschränkung entfällt bei so genannten flächenbeweglichen oder omnidirektionalen Fahrwerken, so dass auch eine Quer- bzw. Diagonalfahrt oder beliebige Kombinationen dieser Fahrten mit variablen Kurvenradien möglich werden. Durch die Flächenbeweglichkeit erschließen sich neue Potenziale im praktischen Einsatz, da ggf. weniger Fläche für das Manövrieren benötigt wird. Zudem lassen sich Ladungsträger in beliebiger Orientierung am Zielort abgeben, unabhängig davon, aus welcher Richtung das Fahrzeug dort ankommt.



Aufbau des Prototyps "Scooty"



Ein beliebtes Modell dieser Klasse an Fahrwerken basiert auf vier (oder mehr) so genannten Mecanum-Rädern. Allerdings konnten sich diese Räder aufgrund diverser Nachteile nicht weitläufig unter den Flurförderzeugen und insbesondere den FTF durchsetzen. Für Gabelstapler mit Mecanum-Antrieb blieb es z. B. bei einigen Konzeptstudien; Plattformen wie KUKAs „OmniMove“ erreichen zwar eine gewisse Verbreitung als marktreifes Produkt, bedienen aber eine gänzlich andere Größenklasse oberhalb der KLT-Transporte.

Ein bei solch großen Fahrzeugen ebenfalls verbreitetes Fahrwerkskonzept stellt die Verwendung mehrerer kombinierter Fahr-Lenk-Antriebe dar. Dafür bieten diverse Hersteller fertige Module, die eine Radaufhängung, Antriebsmotor, Getriebe, Bremse, Lenkmotor und entsprechende Lagerung zum Fahrzeugchassis kompakt integrieren. Im Bereich kleinerer Lasten und Baugrößen fehlt jedoch das Angebot fertiger Module am Markt, so dass all diese technischen Aufgaben zunächst auf Komponentenebene gelöst werden müssen.

Diese Lücke möchte das IFT mit einer eigenen Konstruktion der Abteilung Maschinenentwicklung und Materialflussautomatisierung schließen. Unterstützt durch eine studentische Projektarbeit sollte einerseits eine kleinskalige Plattform für praktische Versuche zu Fahrwerken in Lehre und Forschung entstehen. Andererseits kann die Konstruktion für die Entwicklung hin zu industrietauglichen, flächenbeweglichen Klein-FTF verwendet werden. Im Rahmen eines gemeinsamen Forschungsprojekts mit der Bosch Rexroth AG und dem Institut für Elektrische Energiewandlung (IEW) haben die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des IFT im Kontext des so genannten „intelligenten Bodens“ einen Prototyp dazu aufgebaut. Finanziell unterstützt wurde das Projekt durch die Universität Stuttgart.

Bei der Konstruktion standen vorrangig die Faktoren Kompaktheit sowie eine möglichst kostengünstige Umsetzung im Fokus. Letztere ist schon deshalb essenziell, weil die Anzahl der Antriebe samt Ansteuerung deutlich höher liegt – jedes Modul benötigt einen Fahrtrieb und einen Lenksteller. Bei vier Rädern sind das acht Antriebe, im Vergleich zu vier bei Mecanum und nur zwei beim Differenzialantrieb. Mit dem Mehraufwand wird neben der Flächenbeweglichkeit jedoch auch eine größere Fahrstabilität, Traglast und Robustheit erkaufte. Als weitere wichtige Merkmale sind die Modularität und die Kapselung zu nennen. Die erreichte Konstruktion lässt sich praktisch in beliebiger Anzahl und frei in der geometrischen Anordnung zu spezifischen Fahrwerken kombinieren. Mit der Anzahl der Räder verteilt sich auch die Traglast sowie die erforderliche Antriebsleistung gleichmäßig, so dass die kompakte Bauform und die niedrige Fahrzeug-Gesamthöhe erhalten bleiben und die gleichen günstigen Motoren zum Einsatz kommen können.

Die Konzentration auf die KLT-Standardgröße als Grundmaß zeigt somit nur eine Variante mit nahezu minimaler Größenordnung und orientiert sich praxisnah an bestehenden Logistikanforderungen. Als Antriebe kommen voll integrierte Räder mit Motor, Getriebe und Inkrementalgeber zum Einsatz, die vom Antrieb kleinerer E-Scooter abgeleitet sind und damit namensgebend für den Prototyp des ersten Konzeptfahrzeugs „Scooty“. Bei der Lenkung steht ein weiterer Winkelbereich von $\pm 160^\circ$ zur Verfügung, was mehr als das Minimum für Flächenbeweglichkeit abdeckt. Dadurch lassen sich jedoch gewisse Fahrmanöver flüssiger gestalten als mit der gängigen Einschränkung auf $\pm 90^\circ$ je gelenktem Rad. Die schwenkende Übertragung von Energie und Signalen zum Antriebsmotor trotz Lenkbewegung ist mechanisch sehr einfach umgesetzt und verzichtet auf teure Komponenten wie Drehübertrager.

Die weitere Entwicklung findet im Rahmen eines BMBF-geförderten Forschungsprojekts „ANTS 4.0“ in der ARENA2036 statt. In Kombination mit dem intelligenten Boden von Bosch Rexroth integriert das Fahrzeug dabei innovative und experimentelle Steuerungskonzepte wie die lokale Kommunikation und Navigation über leuchtende Spuren oder eine berührungslose Energieversorgung samt Auswertung der Feldstärken zur Navigation. Somit bleibt auch für die Zukunft genügend Forschungsbedarf, um einen Rahmen für die Weiterentwicklung des Fahrzeugkonzepts zu garantieren.

André Colomb



Bild: Universität Stuttgart / Uli Regenscheidt

„Scooty“ wird auch in Kombination mit dem intelligenten Boden in der ARENA2036 getestet