

Interview: Gemeinsames Forschungsprojekt des Institutsteils Mobile Arbeitsmaschinen (Mobima) des KIT und der stoba e-Systems GmbH untersucht das Potenzial hybrider Antriebe für Arbeitsmaschinen

**Zur Person:**

**Prof. Dr.-Ing. Marcus Geimer** leitet seit 2005 den Institutsteil Mobile Arbeitsmaschinen (Mobima) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT).

**Karsten Trautmann** ist seit 2020 verantwortlich für den Vertrieb und die Geschäftsentwicklung der stoba e-Systems GmbH in Weinstadt/Stuttgart, die in den Bereichen Off-Highway, Urban Mobility und Transport & Logistik tätig ist.

**Prof. Marcus Geimer, können Sie uns bitte kurz erklären, worum es in dem vorliegenden Forschungsprojekt geht und welche Vorteile ein Hybridbagger gegenüber einem konventionellen Bagger besitzt?**

*[Geimer]* Sehr gerne. Der große Vorteil von Hybridsystemen ist, dass sie immer aus zwei Energiespeichern bestehen - somit kann Energie, die z.B. beim Abbremsen einer Drehbewegung entsteht, zwischengespeichert und anschließend wieder genutzt werden. Dadurch wird das System letztendlich effizienter, was einen Vorteil hinsichtlich der Betriebskosten darstellt. Häufig kann gleichzeitig auch die Produktivität gesteigert werden, da durch den Speicher eine zusätzliche Leistung generiert werden kann.

In diesem Forschungsprojekt möchten wir genau diese Möglichkeiten untersuchen: Wo gibt es Energierückgewinnungspotenziale und wie hoch sind diese? Wann können diese wieder genutzt werden? Und wie können sie möglichst produktiv und effizient eingesetzt werden?

**Gibt es schon vergleichbare Forschungsprojekte oder ist das Forschungsfeld ganz neu?**

*[Geimer]* Das Forschungsgebiet der hybriden Antriebe gibt es tatsächlich schon relativ lange. Wir haben zum Beispiel erstmalig 2007 eine Fachtagung für hybride und energieeffiziente Antriebe für mobile Arbeitsmaschinen organisiert, die seitdem alle zwei Jahre stattfindet. Dort werden hybride Antriebe für Arbeitsmaschinen vorgestellt und diskutiert – unter anderem auch für Bagger. Bisher haben sich aber in Hinblick auf Hybridantriebe in diesem Bereich nur vereinzelt Lösungen serienreif durchgesetzt. Deshalb möchten wir in dem Forschungsprojekt zeigen, wie stark solche Systeme sind und darlegen, welche Vorteile sie mit sich bringen.

**Wie sind die Rahmenbedingungen für das Projekt? Wie kann man sich den Ablauf ungefähr vorstellen?**

*[Geimer]* Von Seiten des KIT wird ein wissenschaftlicher Mitarbeiter für ein Jahr an dem Projekt arbeiten und



Abbildung 1: Um diesen Bagger dreht sich in den nächsten zwölf Monaten das Projekt des KIT und der stoba e-Systems

dieses verantworten. Da die einzelnen Schritte innerhalb der kurzen Projektzeit allerdings nicht von einer Person alleine erledigt werden können, wird ihn ein zweiter Mitarbeiter unterstützen.

Ansonsten profitieren wir von unseren vielseitigen Erfahrungen: Sei es im Bereich der Adaption von Messtechnik oder der Lastzyklenbestimmung. Auch technisch sind wir sehr gut ausgestattet. Sollte uns zum Beispiel auffallen, dass uns eine Messgröße aus den praktischen Versuchen fehlt, können wir den Bagger auf unseren Prüfständen unter realitätsnahen Betriebszuständen betreiben und die Messgröße dann nachträglich erfassen.

### **Welches Potenzial haben Hybridbagger in puncto Nachhaltigkeit und Energieeffizienz?**

*[Geimer]* Die Messungen hierzu schwanken leider stark, wir bewegen uns zwischen wenigen Prozent und bis zu 35 Prozent Energievorteil. Das hängt immer sehr stark davon ab, welcher Zyklus betrachtet wird - für Arbeitsmaschinen gibt es bisher kein einheitlich genormtes Arbeitsspiel. Außerdem kommt es stark auf die betrachtete Maschine an. An einem konkreten Maschinenbeispiel konnten wir beispielsweise zeigen, dass zehn bis 15 Prozent Energie eingespart werden und gleichzeitig am Fahrzeug einzelne Komponenten, wie z.B. der Kühler, weggelassen werden können. Das sind Zusatzeffekte, die für die Wirtschaftlichkeit der Maschine hoch relevant sind, die man aber nur erkennt, wenn die Maschine als Ganzes, also auch in ihrem Arbeitsumfeld, betrachtet wird.

### **Wenn wir einmal in die Zukunft blicken: Werden irgendwann nur noch Hybridbagger eingesetzt?**

*[Geimer]* Das ist eine gute Frage, die ich Ihnen so pauschal leider nicht beantworten kann. Das hängt sehr stark von den Randbedingungen ab. Unsere Erfahrungen aus Forschungsprojekten zeigen, dass Effizienzvorteile aufgrund der aktuell niedrigen Kraftstoffkosten zusätzliche Investitionen wirtschaftlich nicht rechtfertigen. Kann hingegen durch einen Hybridantrieb die Produktivität der Maschine gesteigert werden, so sind diese Systeme dann häufig auch wirtschaftlich. Es gab in der Vergangenheit hybride Antriebe in Maschinen, die bis zur Marktreife entwickelt wurden – dann fielen die Benzin- und Dieselpreise so stark, dass die Alternativen unwirtschaftlich wurden und die Systeme schlussendlich nicht in den Markt eingeführt wurden.

### **Wie schwer fallen Baumaschinen beim CO<sub>2</sub> Ausstoß überhaupt ins Gewicht?**

*[Geimer]* Land- und Baumaschinen machen Untersuchungen zum Kraftstoffverbrauch zufolge etwa acht bis neun Prozent des CO<sub>2</sub> Ausstoßes von dieselmotorisch betriebenen Fahrzeugen in Deutschland bzw. in der EU aus. Für die Kommunalfahrzeuge gibt es leider keine mir bekannten Zahlen; man weiß also nicht, was für Müllabfuhr, Winterdienste usw. anzurechnen ist.

### **Karsten Trautmann, welche Rolle spielt stoba e-Systems innerhalb dieses Forschungsprojekts?**

*[Trautmann]* Wir stehen bei dem ganzen Projekt als assoziierter Partner beratend zur Seite. Aus der technischen Perspektive wird ein Mitarbeiter das Projekt unterstützen. Außerdem beraten wir das KIT, wenn beispielsweise Fragen zur Produkt- bzw. Systemintegration, zu Simulationsmodellen, Messanforderungen oder Ähnlichem aufkommen.

Wir möchten als Hersteller für Antriebssysteme aus Industriesicht aufzeigen, dass man mit dem untersuchten System Emissionen reduzieren kann und für den Endkunden durch gezielte systembezogene Hybridisierung ein signifikanter Kostenvorteil durch Kraftstoffverbrauchsreduktion entsteht. Weiterhin werden wir darstellen, dass auch Schallemissionen deutlich reduziert werden, was einen weiteren Vorteil bei der Nutzung im urbanen Umfeld darstellt.

Im Zuge der zu erwartenden weltweiten kommenden Emissionsgesetzverschärfung und des nachhaltigen Klimaschutzes ist dies ein wichtiger Schritt für Kunden und Hersteller.

Außerdem haben wir uns das Rightsizing auf die Fahne geschrieben: Wir optimieren unseren Antrieb so, dass wir ein ideales System für den Einsatz im Bau- und Arbeitsmaschinenbereich zur Verfügung stellen können, da wir speziell auf diese Anforderungen hin entwickeln. Und dann erreichen wir genau das, was auch Herr Prof. Geimer zu Beginn angesprochen hat: Wir – und vor allem die OEMs – können effizienter werden. Ressourcen sparen und nachhaltig die Vorteile der Elektrifizierung im Off-Highway Markt nutzen.

### **Können Sie näher erläutern, was das Besondere an Ihrer Antriebsplattform ist?**

*[Trautmann]* Das Besondere ist, das stoba als Systemanbieter auftritt. Das heißt, unser Produkt besteht aus verschiedenen Komponenten: Motor, inklusive Inverter

und Steuerung, einem Batterie-Pack mit Batteriemanagementsystem sowie einem elektronischen Steuergerät, welches die verschiedenen Produkte orchestriert. Dieses System bietet den Vorteil für die Kunden auf nur eine bekannte Schnittstelle zurückgreifen zu können. Leistungs-, Daten-, und Sicherheitsmanagement werden im System bedient. Dies gewährleistet – wie im Fall des Baggers – eine einfache, sichere und kostengünstige Integration. Dass der Baumaschinenhersteller auf ein vollintegriertes System zurückgreifen kann ist aus unserer Sicht neu und außergewöhnlich. Auch die Tatsache, dass hier speziell die Anforderungen aus dem Off-Highway Bereich erfüllt werden, bietet den Kunden einen Vorteil.

Zudem bietet stoba funktional sichere Antriebssysteme an: Wir arbeiten im Niedervoltbereich mit einem Spannungslevel von kleiner 60 Volt und dies mit Leistungen pro Einzelantrieb von bis zu 100 kW. Damit ergeben sich z.B. bei der Wartung Vorteile. Fachexperten, wie sie üblicherweise für Systeme über 60 V benötigt werden, sind nicht von Nöten. Auch reduzieren sich die Entwicklungs- und Integrationsaufwände gegenüber einer Hochvoltintegration in diesem Leistungsbereich deutlich. Aus unserer technischen Sicht ist auch das Thema Kosten nicht zu vernachlässigen: Es geht darum, mit den existierenden Ressourcen schonend umzugehen, auf standardisierte Bauteile für die Leistungselektronik zurückgreifen zu können und darum, Produkte zu entwickeln, die modular skalierbar für den Markt angeboten werden können.

Also kurz: Besonders sind die Kosteneinsparungen, die funktionale Sicherheit und die Antriebplattform als solche.

*[Geimer]* An dieser Stelle würde ich gerne nochmal kurz einhaken. Ich finde es sehr gut, dass wir in diesem Forschungsprojekt sowohl hydraulische als auch elektrische Antriebe in ihrer Leistungsdichte vergleichen. Denn bisher gelten hydraulische Antriebe als diejenigen mit einer höheren Leistungsdichte - es wird aber spannend zu sehen, inwieweit die genannten elektrischen Antriebe, die ja durchaus auch eine sehr hohe Leistungsdichte besitzen, im niedrigen Spannungsbereich mit den hydraulischen konkurrieren können.

**Was ist das Besondere an diesem Projekt? Was macht aus dem Projekt ein erfolgreiches Projekt? Wer sind die Nutznießer des Erfolges?**

*[Geimer]* Erfolgreich ist das Projekt, wenn wir in einem Jahr die Maschine im realen Einsatz untersucht,



Abbildung 2: In den Startlöchern: Das Projektteam vom KIT und der stoba e-Systems vor dem Forschungsobjekt

Messzyklen aufgenommen und durch Simulationen Potenzialanalysen durchgeführt haben. Letztendlich können wir damit abschätzen, welches Effizienzsteigerungspotenzial wirklich realisierbar ist.

*[Trautmann]* Für uns ist dieses Projekt ein Meilenstein in der Geschichte der stoba e-Systems GmbH. Wir freuen uns darauf, mit einem so starken Institut (des KIT) zusammenzuarbeiten.

Wir möchten damit Industrie und Forschung ein Stück weit zusammenführen und aus beiden Perspektiven neutral aufzeigen, dass sich das Antriebssystem in einer elektrifizierten oder hybridisierten mobilen Arbeitsmaschine auch wirtschaftlich lohnt.

Zusätzlich zu berücksichtigen ist die langfristige Ausrichtung der Zusammenarbeit zwischen stoba und dem KIT. Wir generieren in einem ersten Förderprojekt Forschungsergebnisse, können damit Referenzmodelle für Arbeitszyklen ableiten und schließlich unser Produktportfolio weiter kundenspezifisch und ideal an den Markt anpassen.

Ich bin fest davon überzeugt, dass wir mit diesem Projekt außerdem sehr viel gemeinsam lernen können. Unternehmen fällt es heute immer schwerer, als One-Stop-Shop zu agieren, sprich wie wir alle Produktelemente - in diesem Fall E-Motoren, Leistungselektronik, Batterie Packs und Batteriemanagementsysteme - aus einer Hand anzubieten. Daher ist es sehr wertvoll, für bestimmte Arbeitspakete Partner aus Industrie oder Forschung hinzuzuziehen.

[Geimer] Definitiv. Und dazu kann ich noch ergänzen: Wir haben hier das Ziel in einem Folgeprojekt eine reale Maschine umzurüsten und sie im realen Einsatz zu erforschen. Bisher haben wir das nur mit Maschinen getan, die eine maximale elektrische Leistung von zehn bis 15 kW hatten. Nun bewegen wir uns im Niedervoltbereich bei 80 bis 100 kW. Das Projekt ist in dieser Hinsicht also auch für uns etwas ganz Neues.

**Anmerkung der Forschungsstelle:**

Das Projekt „Erforschung von Hybridisierungsmaßnahmen am Beispiel eines Hydraulikbaggers“ wird durch das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau des Landes Baden-Württemberg aus Mitteln des baden-württembergischen Staatshaushalts gefördert.