

IPEK-sCiL: scaled-Components-in-the-Loop

Leistungsskalierung von Prototypen für das Testing in der Produktentwicklung

In der Produktentwicklung werden häufig Baureihen verwendet, um Komponenten in Produkten unterschiedlicher Leistungsklasse mit ihrer Funktion wiederverwenden zu können. Dabei werden die Geometrieparameter skaliert, während die Funktionsweise dieselbe bleibt. Im Testing wird bewertet, ob die Funktionsfähigkeit der Komponente im Gesamtprodukt gewährleistet ist. Sollen mechanische Prototypen, die bspw. additiv gefertigt wurden, im Testing zum Einsatz kommen, ist deren mechanische Beanspruchbarkeit oftmals nicht gegeben, insbesondere wenn sie für größere Systeme der Baureihe eingesetzt werden sollen. Mit dem IPEK-scaled-Components-in-the-Loop-Ansatz (kurz: IPEK-sCiL) können Prototypen, angepasst an deren Leistungsfähigkeit, in einen Hardwareprüfstand integriert und hinsichtlich der Leistung skaliert betrieben werden.

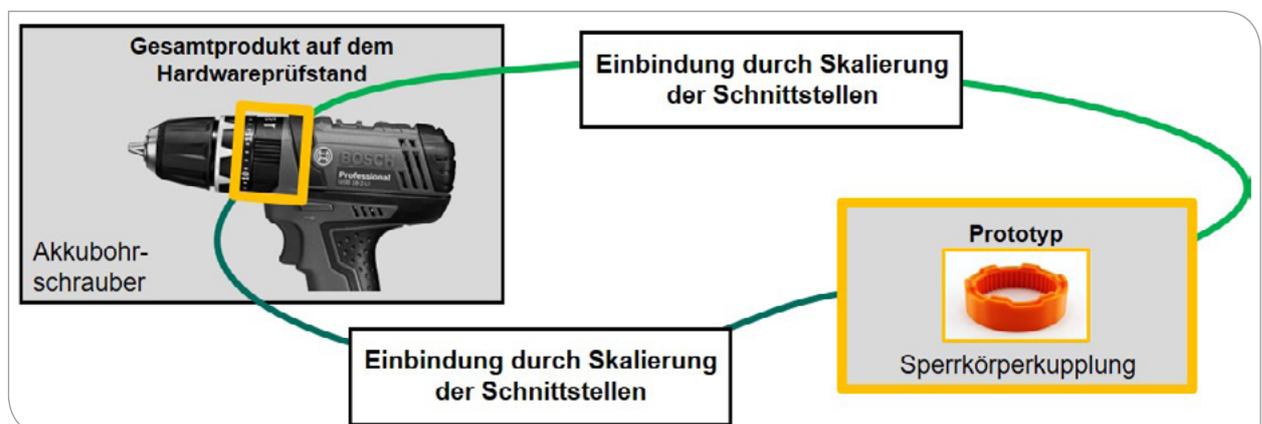
Ansatz zur Einbindung von Prototypen

Beim IPEK-sCiL-Ansatz zur Einbindung von Prototypen mit verringerter Beanspruchbarkeit wird beispielsweise die Sperrkörperkupplung eines Power-Tools zunächst aus dem Gesamtsystem herausgelöst. An den entstehenden Schnittstellen wird dann der Prototyp einer neuen Sperrkörperkupplung über Koppelsysteme in das Gesamtsystem eingebunden. Durch die Koppelsysteme ist der Prototyp nur virtuell eingebunden. Dadurch können mithilfe eines Skalierungsmodells die Belastungen entsprechend der Prototypenbelastbarkeit angepasst werden. Die virtuelle Einbindung ermöglicht also die Skalierung der Schnitt-

stellen auf das erforderliche Leistungsniveau, was eine Untersuchung der Wechselwirkungen mit den noch nicht vorhandenen angrenzenden Teilsystemen und relevanten Umwelteinflüssen im Gesamtprodukt möglich macht. Diese Wechselwirkungen werden entweder durch virtuelle Modelle ergänzt oder mithilfe von bestehenden Komponenten aus anderen Baureihen auf dem Prüfstand abgebildet. Durch die Fähigkeit zur angepassten Leistungsskalierung können dabei bereits früh im Entwicklungsprozess additiv gefertigte Prototypen-Komponenten getestet werden. Mithilfe des IPEK-sCiL-Ansatzes kann darüber hinaus die Entwicklung von neuen Baureihen unterstützt werden. Beispielsweise ergeben sich typischerweise Schwierigkeiten bei einer Bewertung der Funktionsfähigkeit, wenn Komponenten aus unterschiedlichen Baureihen mit unterschiedlichen Leistungsklassen kombiniert werden sollen. Die Herausforderung derartiger Tests kann mit der Anpassung der Leistung zwischen den zu untersuchenden Komponenten gemeistert werden.

Testumgebung für die Neuentwicklung von Power-Tools

Setzt man den IPEK-sCiL-Ansatz in einer Testumgebung für Überlastkupplungen von Akkubohrschraubern um, dann wird auf dem Prüfstand die Sperrkörperkupplung herausgelöst und der Prototyp über Koppelsysteme in das Gesamtprodukt eingebunden. Die einzelnen Teilsysteme sind nicht mechanisch miteinander verbunden. Eine Kopp-



IPEK-sCiL-Ansatz zur Einbindung von Prototypen mit verringerter Beanspruchbarkeit durch Skalierung der Schnittstellen

lung des Leistungsflusses erfolgt durch die Koppelsysteme an den Schnittstellen. Hierbei wird die erforderliche Skalierung der Leistungsgrößen integriert. Dieser Aufbau ermöglicht in den Koppelsystemen die Anpassung der Leistung an die Belastbarkeit der einzelnen Teilsysteme innerhalb des Antriebsstrangs. In Abhängigkeit der Belastbarkeit und Leistungsfähigkeit der zu untersuchenden Sperrkörperkupplung kann die Leistung über Skalierungsmodelle geeignet angepasst werden. Zusätzlich können verschiedene Antriebsstrangteilsysteme aus unterschiedlichen Baureihen trotz abweichender Leistungsklassen zu einem Gesamtsystem kombiniert und getestet werden. Mit dieser Prüfumgebung kann beispielsweise das Verhalten eines Akkubohrschraubers mit geänderter Geometrie der Sperrkörperkupplung untersucht werden. Unterschiedliche Kupplungsvarianten können durch die Skalierung der Leistung als additiv hergestellte Prototypen in dieser Prüfumgebung getestet werden und ermöglichen eine frühe Bewertung des Verhaltens, noch bevor Serienteile verfügbar sind.



Testing von leistungsskalierten Prototypen auf dem IPEK-sCiL-Prüfstand

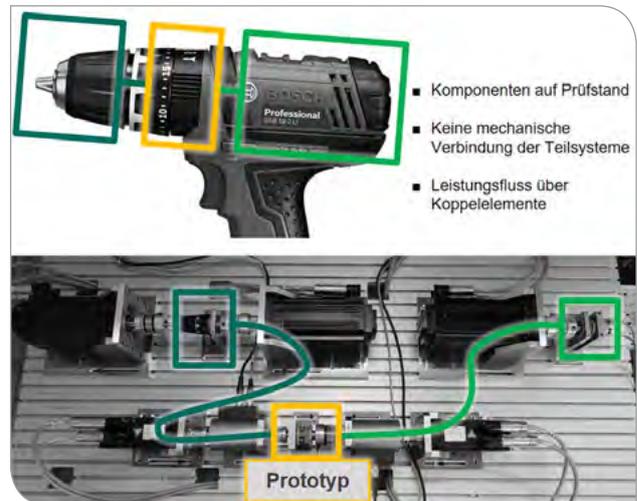
Forschungsziele

- Entwicklung von Skalierungsmodellen zur Anpassung der Leistungsgrößen am Hardwareprüfstand an die Beanspruchbarkeit der mechanischen Prototypen und Antriebsstrangteilsysteme
- Untersuchung des Einflusses der Gestaltmerkmale auf die Funktion

Untersuchungsmöglichkeiten

- Untersuchung von Prototypen
- Validierung von Komponenten auf verschiedenen mechanischen Leistungsniveaus
- Integration von Komponenten aus leistungsstärkeren Produkten einer Baureihe
- Tests von additiv gefertigten Prototypen
- Abbildung der Wechselwirkungen

- Teilsystemtests mit Einbindung in das virtuelle oder physische Gesamtsystem
- Einbindung von aufwendig zu modellierenden Effekten und Wechselwirkungen durch Integration von physischen Komponenten auf dem Prüfstand



Antriebsstrang eines Akkubohrschraubers auf dem IPEK-sCiL-Prüfstand. Eingebunden ist ein Prototyp der Überlastkupplung, dessen Belastung auf Knopfdruck am Steuerrechner des Prüfstands angepasst werden kann.

Technische Daten

Antriebe und Koppelsysteme

3 Stück leistungsstarke Synchronmotoren	13 Nm, 4 500 min ⁻¹
2 Stück leistungsskalierte Synchronmotoren	1,3 Nm, 6 000 min ⁻¹
Messtechnik	kombinierte Drehzahl- und Drehmomentmessung

Mess- und Regelungssystem

Mess- und Regelungssystem	ADwin Pro-II Echtzeitsystem mit 100 µs Zykluszeit
Simulationsumgebung	MATLAB, Simulink

Testumgebung

Prüfstands Aufbau	modulares Baukastenprinzip
Abbildung der Wechselwirkungen	virtuelle und physische Komponenten
Untersuchungen	additive Prototypen, Komponenten in Baureihen

Skalierung

Leistungsniveau	bis 30 Nm
-----------------	-----------

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
 IPEK – Institut für Produktentwicklung
 Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sven Matthiesen
 Kaiserstr. 10
 76131 Karlsruhe
 Telefon: +49 721 608-47156
 E-Mail: sven.matthiesen@kit.edu

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
 des Deutschen Bundestages

Karlsruher Institut für Technologie (KIT) · Präsident Professor Dr.-Ing. Holger Hanselka · Kaiserstraße 12 · 76131 Karlsruhe · www.kit.edu

Karlsruhe © KIT 2018