

Dynamisch. Leicht. Sicher.

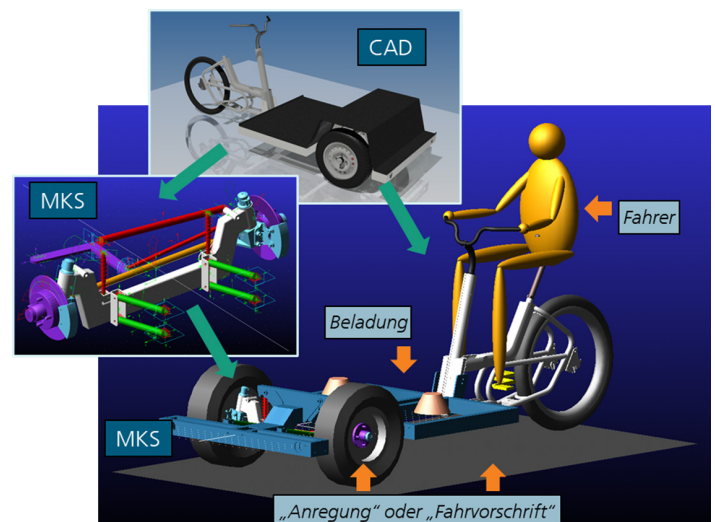
Dynamische Mehrkörpersimulation für das Lasten-Leichtbaufahrrad »L-LBF«

Die Belastung von Fahrrädern und Lastenrädern wird maßgeblich durch das Nutzungsverhalten beeinflusst. Einerseits ist gerade bei Lastenrädern eine enorme Bandbreite der Beladungssituationen sowie des Fahrerimpacts (durch Gewicht und Krafteinsatz) festzustellen. Andererseits resultieren Fahrstil und Fahrbahnoberflächengeometrie in einer umfangreichen Belastungsvielfalt. Im Projekt »L-LBF« haben Forschende des Fraunhofer LBF am Markt erhältliche Lastenfahräder in Bezug auf ihr Leichtbaupotenzial hin untersucht und u.a. eine neue leichte, sichere Leichtbau-Rahmenkonstruktion eines Lastenrad-Vorderwagens entwickelt.

Virtuelle Lastdatenbestimmung mittels dynamischer Mehrkörpersimulation (MKS)

Eine detaillierte Kenntnis der Belastung von Komponenten ist bei allen mechanischen Systemen eine Voraussetzung für die effiziente Bauteildimensionierung. Bei einem Lastenrad resultiert die Belastung aus der Nutzung (Beladung, Fahrstil), der Straßenanregung (Schlaglöcher, Schwellen, Kopfsteinpflaster, Offroad) sowie der inneren Dynamik (Lastenrad, Fahrer und ggf. Ladung). Je nach vorhandenen Eingangsdaten bietet die MKS die Möglichkeit ein grundlegendes Systemverständnis für eine spezifische Kinematik aufzubauen, den Einfluss variabler Modellparameter zu analysieren und letztlich die Belastungen auf die Komponenten zu bestimmen. Die tatsächlichen

Belastungen der Komponenten können zur Anpassung von Steifigkeiten und Dämpfungen, der Auslegung der Festigkeit und der Lebensdauer bzw. zur Optimierung der Kinematik und der Geometrie verwendet werden.



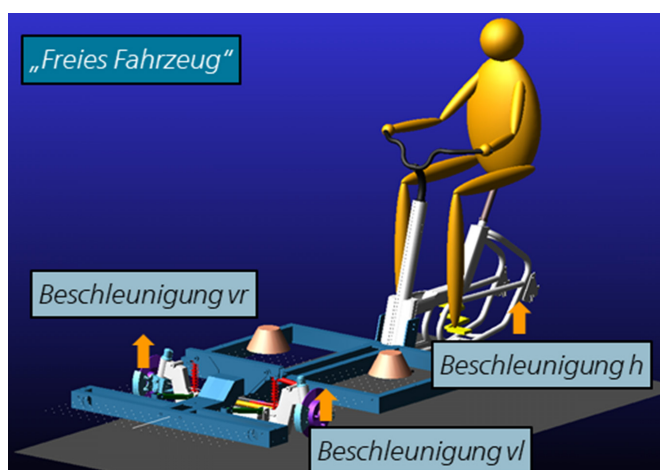
CAD und MKS-Modell Lastenrad.

In der Abbildung ist das aus der CAD erstellte MKS-Modell des Lastenrades dargestellt. Die wesentlichen mechanischen Komponenten sind die elasto-kinematische Vorderachse, der Rahmen als tragende Struktur, der Reifen und die Straße, das Beladungsmodell sowie das Fahrermodell (passiv).

Die elastische Modellierung der Rahmenstruktur auf Basis von Finite Elemente Modellen ermöglicht einerseits die korrekte Darstellung der Rahmensteifigkeit sowie der Massenverteilung und damit der Rahmendynamik unter der realen Belastung sowie andererseits die Integration virtueller Messstellen zur Bestimmung von Kräften, Dehnungen oder Beschleunigungen.

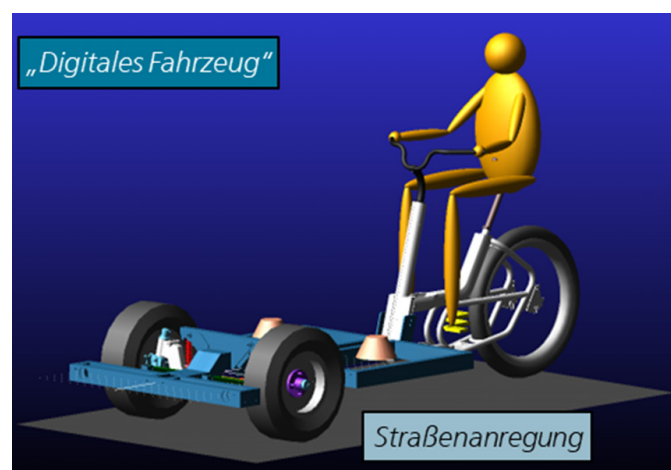
Anwendungsorientierte Simulationskonzepte

Je nach Entwicklungsstand, verfügbaren Daten und Simulationsziel stehen zwei grundsätzliche Simulationskonzepte zur Verfügung. Beim Simulationskonzept »Freies Fahrzeug« wird das Lastenrad an der Schnittstelle zum Rad freigeschnitten. Anstelle der Anregung durch die Straße wird die Anregung als Beschleunigungs-Zeitverlauf aufgebracht. Dadurch kann auf den oft komplexen Rad-Straße-Kontakt verzichtet werden, jedoch muss eine Messung der einzuleitenden Beschleunigungen vorhanden sein. Das Konzept ist damit lediglich anwendbar, wenn bereits ein Prototyp zur Verfügung steht, beispielsweise zur Verifikation oder Optimierung des Systems.



Potenzial für den Entwicklungsprozess

Mechanisch betrachtet erscheinen Lastenräder aber auch Fahrräder im Allgemeinen zunächst recht einfach. Aus Sicht der numerischen Simulation liegen die großen Herausforderungen in allen angrenzenden und für die Simulation relevanten Teilsysteme, wie Fahrer, Reifen, Straßenanregung und Fahrmanöver. Dennoch bietet die dynamische Mehrkörpersimulation enormes Potenzial zur Analyse der Komponentenbelastungen durch unterschiedliche Simulationskonzepte in der frühen Entwicklungsphase, beispielsweise durch die Analyse verschiedener Kinematikkonzepte bzw. Geometrien, die Variation der Beladungssituation sowie der Anregung. Im Rahmen des Projektes »L-LBF« wurde die dynamische Mehrkörpersimulation für das Lastenrad zum Aufbau von Systemverständnis sowie zur Bestimmung von Komponentenlasten verwendet.



Das Simulationskonzept »Digitales Fahrzeug« basiert auf einem rein virtuellen Ansatz. Anstelle der Anregung des Modells mittels gemessener Beschleunigungsdaten an den Schnittstellen der Räder, werden die Reifen durch Kräftelemente unterschiedlicher Komplexität und Detaillierung abgebildet. Die Reifen rollen wie beim physikalischen Fahrzeug über die Straße und erfassen dabei Unebenheiten, Hindernisse, Schlaglöcher oder ähnliche Geometrien.

Weiterführende Informationen

Details zum Lasten-Leichtbaufahrrad:

www.lbf.fraunhofer.de/de/projekte/leichtbau-lastenfahrrad.html

Kontakt

Riccardo Möller
Tel. +49 6151 705-408
riccardo.moeller@
lbf.fraunhofer.de

Ph.D. Riccardo Bartolozzi
Tel. +49 6151 705-8264
riccardo.bartolozzi@
lbf.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für
Betriebsfestigkeit und Sys-
temzuverlässigkeit LBF
Bartningstr. 47
64289 Darmstadt
www.lbf.fraunhofer.de