

Entwicklung eines bremsdynamischen Sicherheitssystems für Ebikes (BikeSafe)

Projekt BikeSafe: Fahrdynamisches Sicherheitssystem für E-Bikes

Thematischer Bereich: Mechatronik, E-Bikes, Zweirad, Sicherheit, Fahrdynamik



gefördert vom BMBF im Rahmen des Programms FHProfUnt, 2013 bis 2016:

Projektleitung:

Prof. Dipl.-Ing. Jürgen Wrede

Email: [juergen.wrede\(at\)hs-pforzheim\(dot\)de](mailto:juergen.wrede(at)hs-pforzheim(dot)de)

Stellv. Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Martin Pfeiffer

Email: [martin.pfeiffer\(at\)hs-pforzheim\(dot\)de](mailto:martin.pfeiffer(at)hs-pforzheim(dot)de)

weitere beteiligte ProfessorInnen der HS Pforzheim:

Prof. Dr.-Ing. Stefan Hillenbrand

Prof. Dr.-Ing. Christa Wehner

Kooperationspartner:

Robert Bosch GmbH,
Bereich eBike,
Reutlingen-Kusterdingen



BOSCH
Technik fürs Leben

Gustav Magenwirth
GmbH & Co KG,
Bad Urach



MAGURA

IPG Automotive
GmbH, Karlsruhe

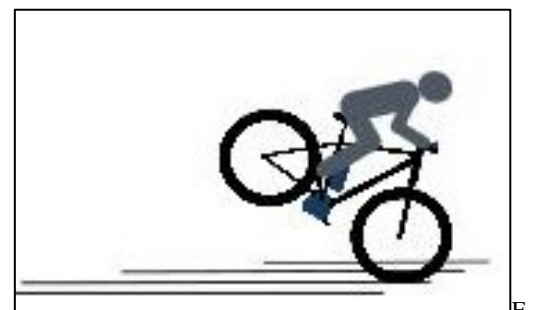


Universität Magdeburg,
Institut für Mobile
Systeme, Prof. Dr.-Ing.
Roland Kasper



1 Motivation und Problemstellung

Elektrisch unterstützte Fahrräder (hier E-Bikes genannt, speziell Pedelecs) stellen einen unverzichtbaren Teil der neuen umweltfreundlichen Elektromobilität dar. Im Forschungsvorhaben wurde ein wichtiger Sicherheitsaspekt von E-Bikes untersucht und ein Prototyp eines fahrdynamischen Sicherheitssystems, eine Art Bremsassistent, ähnlich dem ABS, entwickelt.



Bike-Überschlag schematisch

Schon beim konventionellen Fahrrad sind durch deutlich leistungsfähigere Bremsen die Unfallrisiken durch Radblockieren auf rutschigem Untergrund oder einen Überschlag bei hoher Verzögerung stark gewachsen.

Beim Motorrad ist dieses Problem durch ABS mittlerweile entschärft. Bei Fahrrädern, insbesondere auch bei E-Bikes, existiert jedoch noch keine funktionierende, marktfähige Lösung. Die durch die höhere Geschwindigkeit bei E-Bikes gestiegenen Gefahren könnten durch ein dem ABS ähnliches, jedoch erheblich kompakteres, kostengünstigeres und an das E-Bike angepasstes Bremsassistentensystem deutlich reduziert werden. Dieses System muss dabei neben dem Vorderradblockieren auch den Überschlag verhindern.

2 Projektidee und Lösungsansatz

Gesamtziel ist es, aus dem Automobilbau bekannte Methoden, wie z.B. die simulationsbasierte Entwicklung, auf das E-Bike zu übertragen und einen funktionierenden Prototyp eines fahrdynamischen Sicherheitssystems mit Potenzial für eine Realisierung in Serie zu entwickeln.

Mit Fa. Bosch (E-Bike-Komponenten), Fa. Magura (Zweiradbremsten), Fa. IPG Automotive (Simulationssoftware) und dem Institut für Mobile Systeme der Uni Magdeburg (kooperative Promotion) konnten die passenden Partner gewonnen werden.

Der Lösungsansatz für ein E-Bike-taugliches Bremsassistentensystem beruht wesentlich auf einer mikromechanischen Inertialsensorik zur Überschlagerkennung, womit sich ein 1-kanaliges System darstellen lässt, welches nur an der Vorderachse regelt. Der inzwischen kostengünstige Inertialsensor kann in die Elektronik integriert werden und bietet damit Kosten- und Montagevorteile gegenüber einem Drehzahlsensor an der Hinterachse.

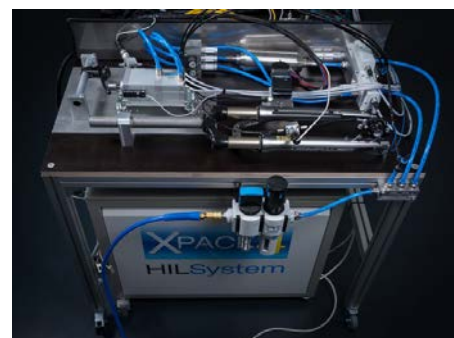
3 Projektergebnisse

Zunächst konnte durch Unfalldatenrecherchen, Simulationen und Versuche ein besseres Verständnis der Bremsdynamik bei Unfallsituationen speziell von E-Bikes erreicht werden.



Fahrversuch zum Hinterradabheben

Als wichtiges Ergebnis des Projekts steht an der Hochschule Pforzheim eine komplette modellbasierte, parametrisierte und validierte Entwicklungsumgebung für fahrdynamische Sicherheitssysteme zur Verfügung. Dies beinhaltet mehrere echtzeitfähige Simulationsmodelle von E-Bike mit Fahrer, einen Hardware-in-the-Loop-Prüfstand sowie einen mit umfassender Sensorik und einem Rapid Control Prototyping System ausgestatteten E-Bike-Versuchsträger für Messfahrten und Funktionsentwicklung. Damit lässt sich mit Model-in-the-Loop, Hardware-in-the-Loop und Rapid Control Prototyping der modellbasierte Entwicklungszyklus vollständig abbilden.



Hardware-in-the-Loop-Prüfstand mit hydraulischer Scheibenbremse und elektropneumatischer Betät. Als wichtiges

Zum Video: [Fahrversuche zum Hinterradabheben, gefilmt mit Hochgeschwindigkeitskamera](#)

Mit dieser Entwicklungsumgebung wurde dann die Blockierschutzfunktion am Vorderrad sowie der Überschlageschutz über den Lenker modellbasiert als Prototyp entwickelt. Es steht ein fahrbarer E-Bike-Prototyp zur Verfügung, der mehrfach getestet wurde. Aus Sicherheitsgründen ist der Versuchsträger für bemannte Vorderradblockierversuche mit einer Stützkonstruktion ausgerüstet. Die ersten Funktionsversuche wurden – ebenfalls aus Sicherheitsgründen – zunächst mit einer unbemannten Dreiradkonstruktion mit einem Dummy durchgeführt.



E-Bike-Versuchsträger mit Stützkonstruktion für ABS-Versuche

Zum Video: [E-Bike-Versuchsträger mit Stützkonstruktion für ABS-Versuche](#)

Vorteil dieser selbst entwickelten Technik ist das fast unveränderte Massenträgheitsmoment um die Überschlagachse sowie die Stabilität beim Beschleunigen und Wiederaufsetzen nach dem Abheben. Anschließend wurde die Funktion „Überschlagverhinderer“ auch im bemannten Fahrversuch getestet.

Zum Video: [Überschlagsverhinderer](#)

Der große Aufgaben- und Themenumfang konnte nur mit einem interdisziplinären Team

bewältigt werden, in dem Professoren, Mitarbeiter und über 50 Studierende aus den Bereichen Maschinenbau, Informationstechnik, Mechatronik sowie Marktforschung (Thema Unfallforschung) eng und sehr konstruktiv mit den Industriepartnern und dem Institut für Mobile Systeme zusammenarbeiteten.



Projektteam bei halbjährlichem Projekttreffen

Eine ganze Reihe von auch internationalen Vorträgen und Veröffentlichungen in Fachjournals sorgen für eine umfassende Dokumentation. Die kooperative Promotion am Institut für Mobile Systeme der Uni Magdeburg steht kurz vor dem Abschluss.

Um das aufgebaute KnowHow zu erhalten und zu erweitern, laufen Bestrebungen, im Bereich der Fahrdynamik von eBikes weitere Forschungsvorhaben zu realisieren.

[Übersicht bisheriger und ausstehender Veröffentlichungen](#)