



TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
CHEMNITZ

# 11. Studentenwettbewerb - SAXSIM



**Professur Montage-  
und Handhabungstechnik**  
Prof. Dr.-Ing. Maik Berger



**GMA-TEC e.V.**

Gesellschaft zur Förderung der  
Getriebe-, Mechanismen und  
Antriebstechnik



## **Konzeption eines aktiven Dachkantenspoilers für Personenkraftwagen.**

**Bearbeiter:** Björn Gerhardus

### **Agenda**

- 1. Motivation**
- 2. TPU-Folie**
- 3. Strömungssimulation**
- 4. Aufbau eines Demonstrators**
- 5. Fazit**

## 1. Motivation

### Wie lässt sich das allgemeine Vorhaben definieren?

#### Intention:

Bauteil soll während der Fahrt aktiv seine Geometrie anpassen, um den Luftwiderstand zu reduzieren.



## 1. Motivation

### Umsetzung von Porsche



<https://newsroom.porsche.com/de/produkte/porsche-iaa-2017-neuheit-911-cayenne-weltpremiere-livestream-pressekonzferenz-14117.html>



<https://newsroom.porsche.com/de/produkte/porsche-iaa-2017-neuheit-911-cayenne-weltpremiere-livestream-pressekonzferenz-14117.html>

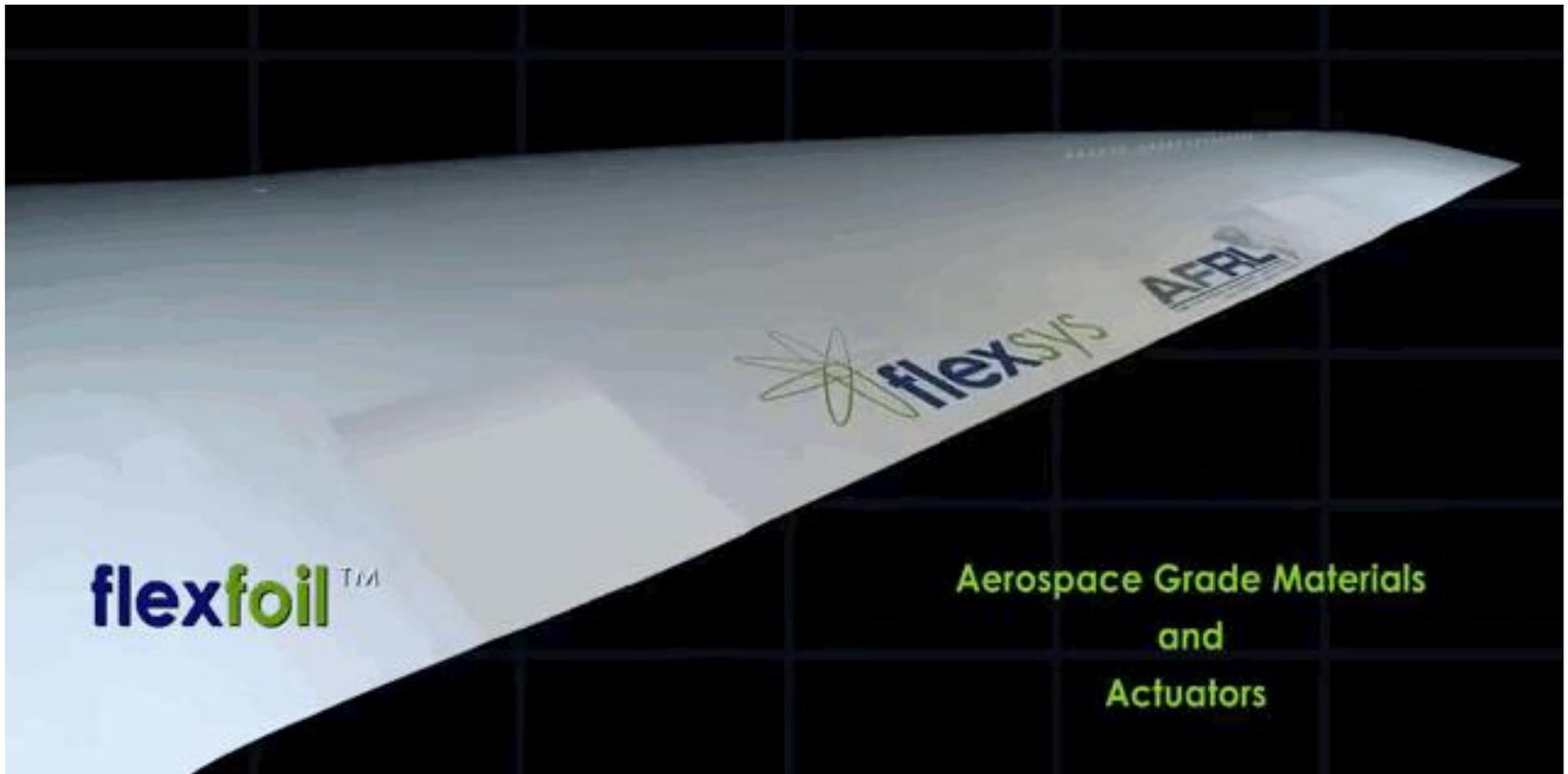
**Es soll nicht, wie in diesem Beispiel zu sehen, ein separates Bauteil angestellt werden.**

**➔ Das gesamte Bauteil soll seine Form fugenlos und flexibel anpassen können.**

## 1. Motivation

### Vergleichbare Umsetzung

#### Adaptive Compliant Trailing Edge (ACTE) der Nasa



<https://newatlas.com/flexsys-flexfoil-morphing-wing-flaps/30508/>

## 1. Motivation

### Warum soll eine fugenlose Bauteilverstellung realisiert werden?

- ➔ **Spalte und Fugen stellen im Bereich der Aerodynamik Störgrößen da, welche den Luftwiderstand eines Automobils negativ beeinflussen.**
- ➔ **Durch das Schließen aller Fugen lässt sich eine cw-Wert Verbesserung von 0,005 bis 0,015 erzielen.**

## 2. TPU-Folie

### Thermoplastische-Polyurethan-Folie

- ➔ **Lackierte TPU-Folie, welche bis zu 400% dehnbar ist.**
  
- ➔ **– ausgezeichnete dynamische Eigenschaften: flexibel und elastisch**
  - gute Medienbeständigkeit
  - hervorragende Abrieb-, Kratz- und Verschleißfestigkeit
  - sehr gute Witterungsbeständigkeit

## 3. Strömungssimulation

### Strömungsarten am PKW

Quasi-2D-Wirbelbewegung



- Dachströmung
- Unterbodenströmung

#### Ziel:

- Reduzierung des Totwassers

Schütz, T. Hrsg.: *Hucho - Aerodynamik des Automobils. Strömungsmechanik, Wärmetechnik, Fahrdynamik, Komfort* ; mit 49 Tabellen. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2013b

- seitliche Wirbeltüten

#### Ziel:

- Entzerrung möglicher Interferenzen der Dachströmung und der seitlichen Wirbeltüten

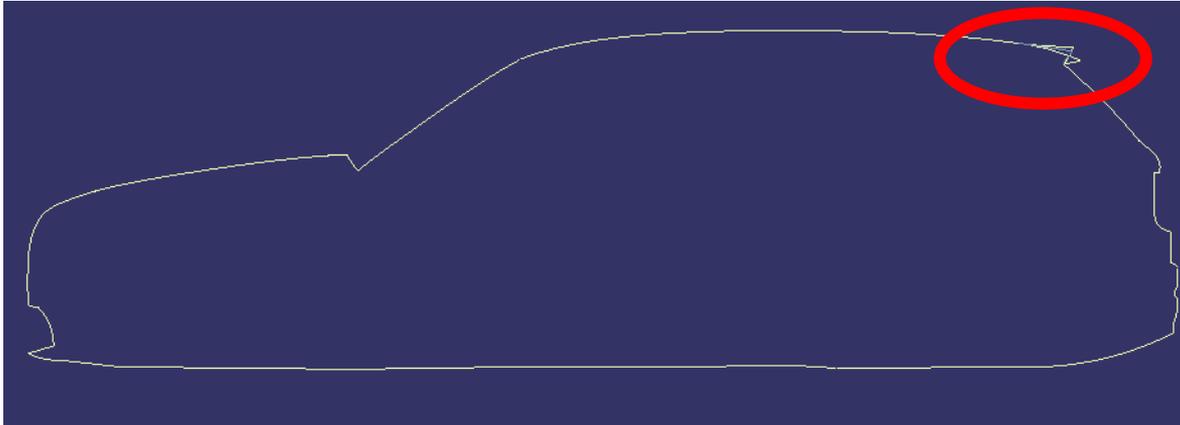
3D-Wirbelbewegung



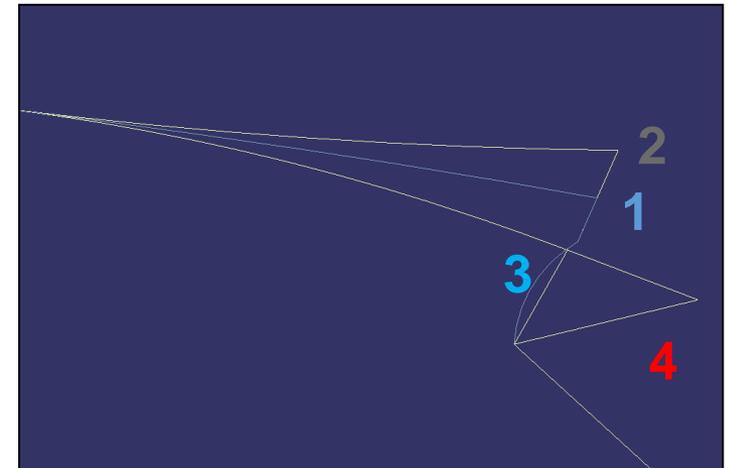
Schütz, T. Hrsg.: *Hucho - Aerodynamik des Automobils. Strömungsmechanik, Wärmetechnik, Fahrdynamik, Komfort* ; mit 49 Tabellen. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2013b

## 3. Strömungssimulation

### Zu untersuchende Anstellungen

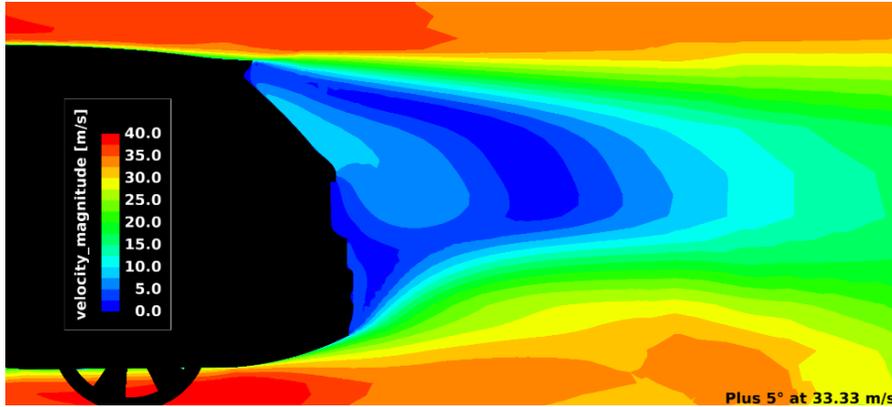


- 1** Ausgangsstellung (Ist-Zustand)
- 2** Anstellung nach oben
- 3** Anstellung nach unten
- 4** Anstellung nach unten zzgl. Bauteilverlängerung



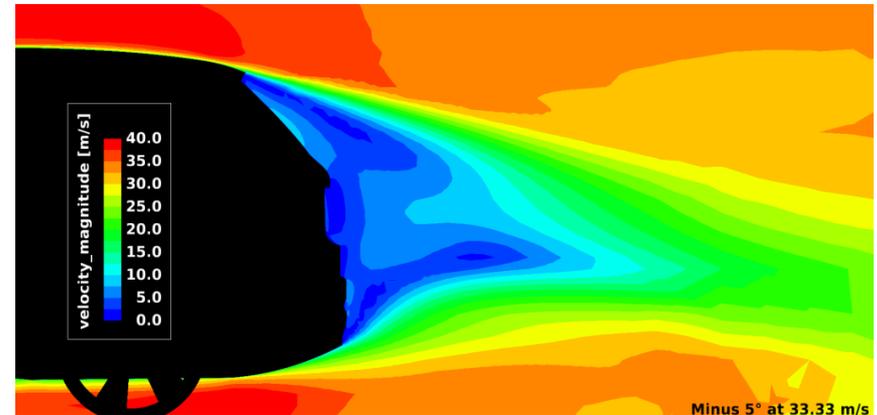
## 3. Strömungssimulation

### Simulationsergebnisse



Geschwindigkeitsverteilung (Plus5°)

Geschwindigkeitsverteilung (Minus5°)



➔ **Verkleinerung des Totwassers mit zunehmender Bauteilanstellung nach unten.**

## 3. Strömungssimulation

### Geschwindigkeitsverteilung in der Schnittebene in 2,5m und 3m hinter dem Fahrzeug.

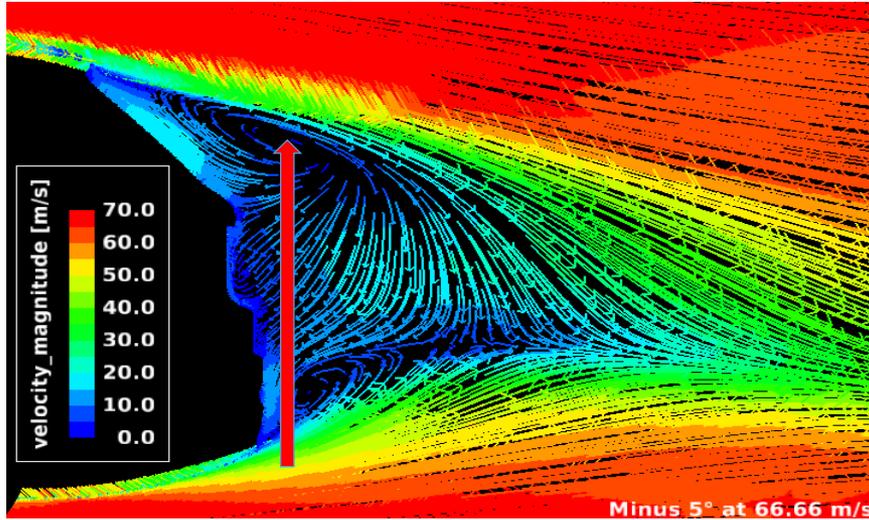
Plus 5°

Minus 5°

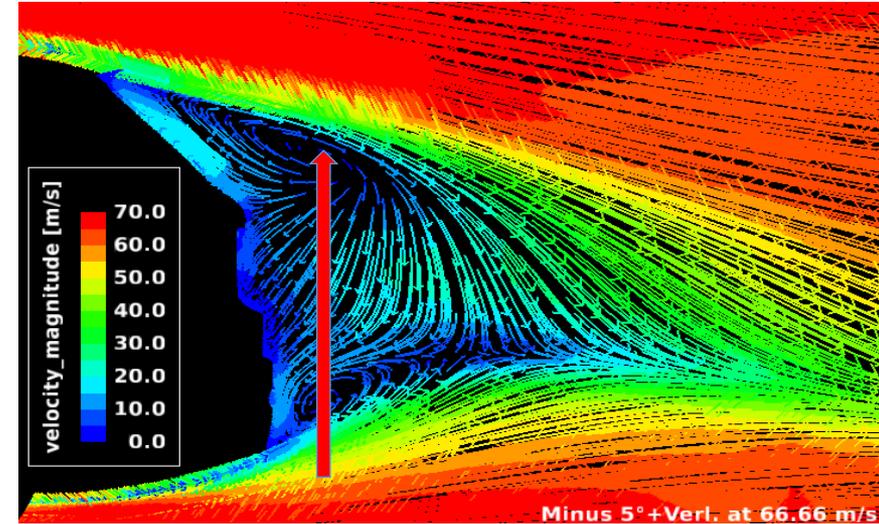


**Erhöhung der Interferenzen zwischen der Dachströmung und den seitlichen Wirbeltüten mit zunehmender Anstellung nach unten.**

## 3. Strömungssimulation



Minus 5°

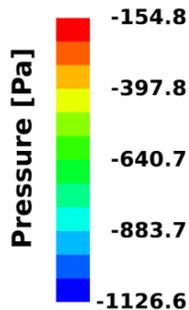


Minus 5° zzgl. Verlängerung

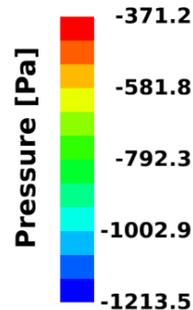
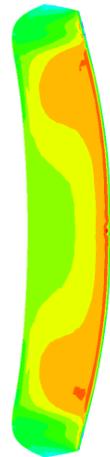
➔ Mit einer Bauteilverlängerung entfernt sich das Wirbelzentrum von der Basisfläche.

## 3. Strömungssimulation

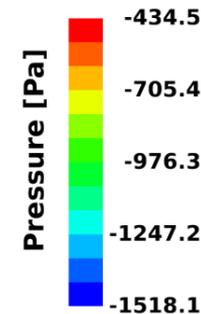
### Druckverteilung auf dem Bauteil



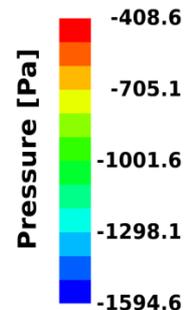
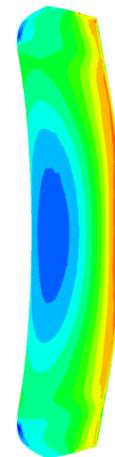
Plus 5° at 66.66 m/s



Referenz at 66.66 m/s



Minus 5° at 66.66 m/s

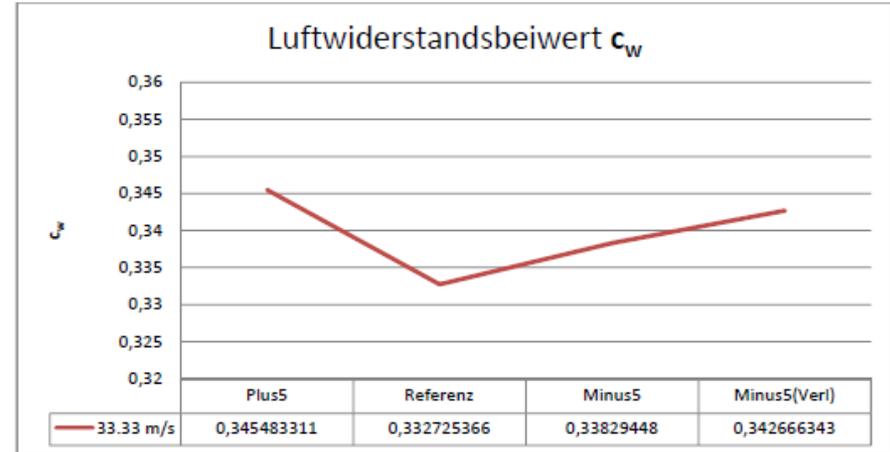


Minus 5°+Verl. at 66.66 m/s

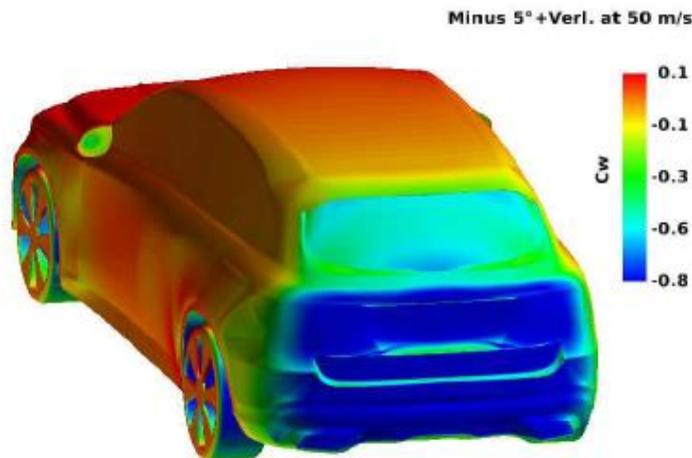
➔ Am Bauteil entsteht ein Unterdruck, welcher bei einer Bauteilanstellung nach unten zzgl. einer Verlängerung maximal wird.

## 3. Strömungssimulation

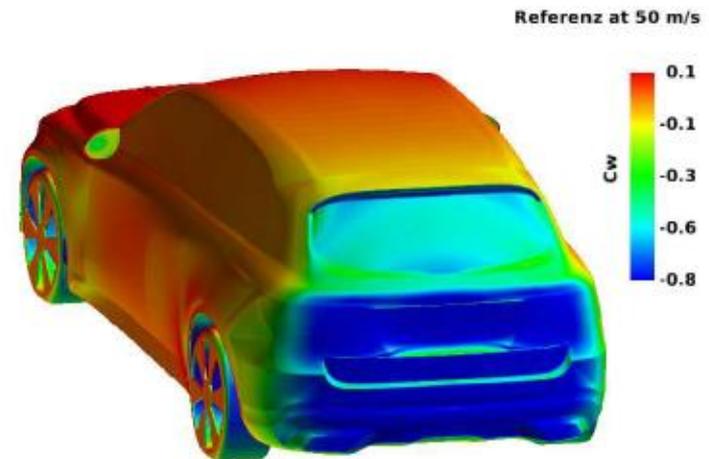
➔ Ergebnisse der  $c_w$ - Werte decken sich, im ersten Schritt, nicht mit den erwarteten Ergebnissen.



## Bauteilspezifische $c_w$ -Wert-Änderung



Referenzbauteil



Minus 5 Grad zzgl. Bauteilverlängerung

## 5. Aufbau eines Demonstrators

### Praktischer Aufbau des Demonstrators



- ➔ Scherenheber als Aktuator
- ➔ Gleitführung zur Reduzierung der Reibkräfte
- ➔ Realisierung eines simultanen Antriebs

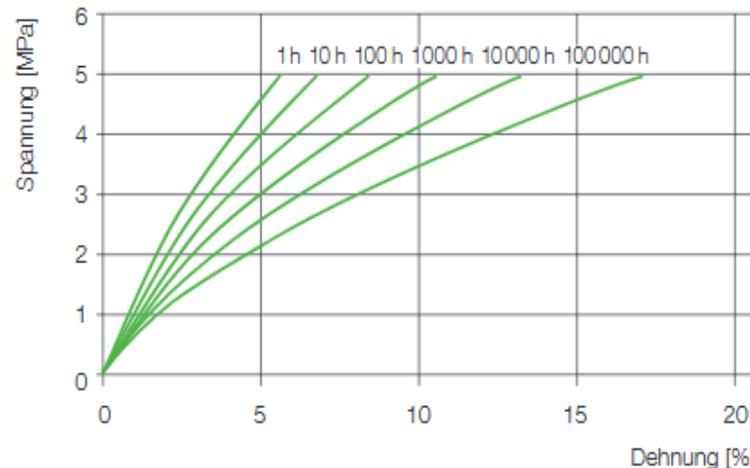
Aufgrund der Rückstellkraft der verwendeten TPU-Folie, wird die erneute Überführung in die Ausgangsposition eigenständig vollzogen.

- ➔ – keine Aktuatorik notwendig
- Vermeidung eines fehlerhaften Rückstellprozesses

## 5. Fazit

### Offene Punkte

➔ **Wie verhält sich die TPU-Folie nach mehreren Belastungszyklen?**



[http://www.polyurethanes.basf.de/pu/solutions/de/function/conversions:/publish/content/group/Arbeitsgebiete\\_und\\_Produkte/Thermoplastische\\_Spezialelastomere/Infomaterial/elastollan\\_material\\_d.pdf](http://www.polyurethanes.basf.de/pu/solutions/de/function/conversions:/publish/content/group/Arbeitsgebiete_und_Produkte/Thermoplastische_Spezialelastomere/Infomaterial/elastollan_material_d.pdf)

➔ **Die Folie muss den vorherrschenden Unterdrücken standhalten, sodass diese den Luftwiderstand nicht durch eine „Beulenbildung“ negativ beeinflusst.**

➔ **Alternative Aktuatorik zwecks Bauraumproblematik.**

## 5. Fazit

### Ausblick

➔ Grundsätzlich hat sich dieses Konzepts als umsetzbar herausgestellt und ist des Weiteren für diverse andere Einsatzbereiche denkbar, um den cw-Wert weiter zu reduzieren.



<http://www.manager-magazin.de/images/image-896840-galleryV9-exhg-896840.jpg>



TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
CHEMNITZ

# 11. Studentenwettbewerb - SAXSIM



**Professur Montage-  
und Handhabungstechnik**  
Prof. Dr.-Ing. Maik Berger



**GMA-TEC e.V.**

Gesellschaft zur Förderung der  
Getriebe-, Mechanismen und  
Antriebstechnik



## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!