



- [Startseite \(/de\)](#)
- [Experimente \(/de/experiments\)](#)
- [Info \(/de/pages/car\)](#)
 - [Kurzinfo \(/de/pages/short info\)](#)
 - [Modellautos \(/de/pages/car\)](#)
 - [Blog \(http://www.isupia.de/blog\)](#)
 - [Team \(/de/pages/team\)](#)
- [Anmelden \(/de/login\)](#)
- Neu hier? [Jetzt registrieren! \(/de/register\)](#)

Stationäre Kreisfahrt



Um die Eigenschaften eines Fahrzeugs bezüglich der Querdynamik (Reaktion auf Lenkwinkeländerung) beschreiben zu können, ist es notwendig die Fahrzeugparameter zu bestimmen. Ein mögliches Manöver um diese zu ermitteln, ist die stationäre Kreisfahrt.



[Download Handout \[1.2MB\] \(http://www.isupia.de/images/32/HandOut.pdf\)](http://www.isupia.de/images/32/HandOut.pdf)

- 2 Klicks für mehr Datenschutz: Erst wenn Sie hier klicken, wird der Button aktiv und Sie können Ihre Empfehlung an Facebook senden. Schon beim Aktivieren werden Daten an Dritte übertragen – siehe *i.nicht* mit Facebook verbunden



- 2 Klicks für mehr Datenschutz: Erst wenn Sie hier klicken, wird der Button aktiv und Sie können Ihre Empfehlung an Twitter senden. Schon beim Aktivieren werden Daten an Dritte übertragen – siehe *i.nicht* mit Twitter verbunden



- 2 Klicks für mehr Datenschutz: Erst wenn Sie hier klicken, wird der Button aktiv und Sie können Ihre Empfehlung an Google+ senden. Schon beim Aktivieren werden Daten an Dritte übertragen – siehe *i.nicht* mit Google+ verbunden



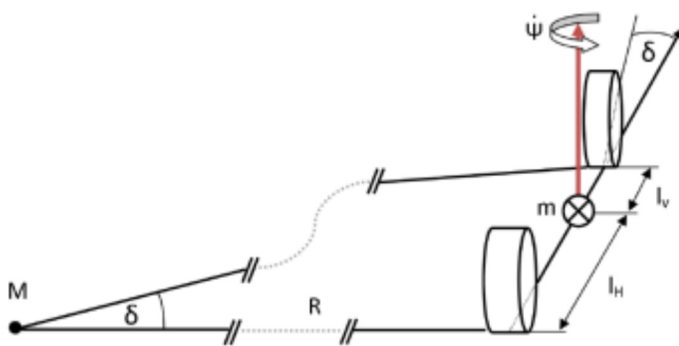
- [Wenn Sie diese Felder durch einen Klick aktivieren, werden Informationen an Facebook, Twitter oder Google in die USA übertragen und unter Umständen auch dort gespeichert. Näheres erfahren Sie durch einen Klick auf das *i.* \(http://www.heise.de/ct/artikel/2-Klicks-fuer-mehr-Datenschutz-1333879.html\)](http://www.heise.de/ct/artikel/2-Klicks-fuer-mehr-Datenschutz-1333879.html)

1 Erläuterung

Fahrphysikalische Grundlagen

Lineares Einspurmodell

Um die Fahrzeugbewegung mathematisch leicht beschreiben zu können, ist es ratsam ein physikalisches Modell zu entwerfen, welches die hochkomplexe Bewegung so weit vereinfacht, dass diese schnell und einfach berechnet werden kann. Die einfachste Art ist das Einspurmodell nach Rieckert & Schunck, welches bereits 1940 eingeführt wurde. Dabei wird das Fahrzeug auf eine Spur reduziert, der Schwerpunkt liegt in Fahrbahnhöhe, somit gibt es keine Nick- oder Wankbewegungen (keine Radlastschwankungen). Weitere Einschränkungen sind, dass die Fahrzeugmasse im Schwerpunkt zusammengefasst ist, dass die Reifen eine lineare Seitenkraftkennlinie aufweisen und dass die Fahrzeuggeschwindigkeit konstant ist.



$\dot{\psi}$ = Gierrate
 δ = Lenkwinkel
 m = Fahrzeugmasse
 l_v = Abstand Schwerpunkt
 R = Kurvenradius
 M = Momentanpol

Durch Walkvorgänge (Schlupf) ist bei auftretenden Querkraften die Bewegungsrichtung eines abrollenden Rades nicht ausschließlich die Längsrichtung, sondern, je nach Schräglauftiefe (c), auch die Querrichtung. Der Winkel wird Schräglaufwinkel α bezeichnet. Im Bereich kleiner Winkel $\alpha < 3^\circ$ besteht ein linearer Zusammenhang zwischen Schräglaufwinkel und erzeugter Querkraft. Es kann also auch gesagt werden, dass für kleine Querkraften (z.B. Fliehkräfte während der Kurvenfahrt) eine lineare Abweichung von der reinen Geradeausfahrt (z.B. an der Hinterachse) hervorgerufen wird. In diesem Bereich ist das lineare Einspurmodell von Rieckert-Schunck gültig. Auf trockener Fahrbahn wird im Allgemeinen von einer Querbesehleunigung bis zu $a_y < 4 \frac{m}{s^2}$ gesprochen, welche den linearen Bereich der Reifen abbildet und daher ausgesprochen gut mit dem Einspurmodell berechnet werden kann.

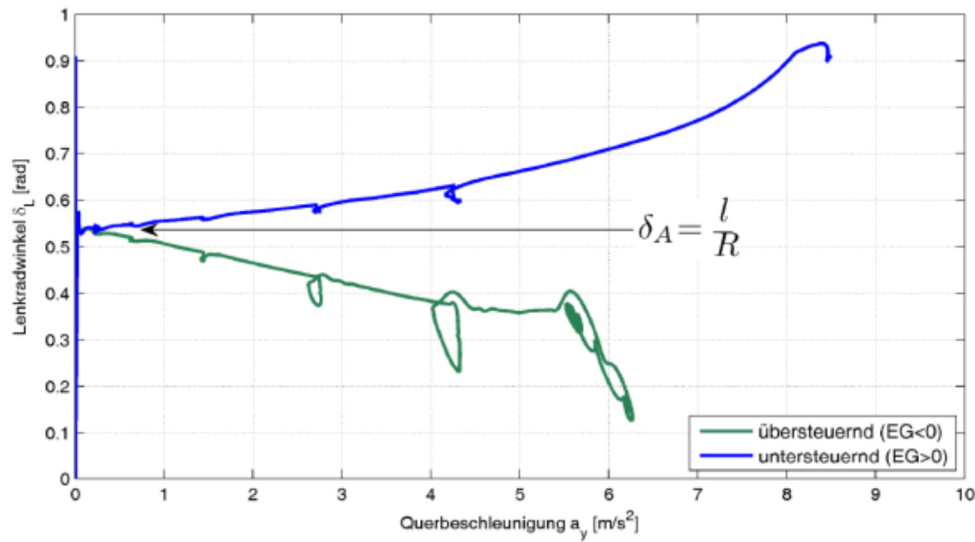


Abbildung 1: Lenkgradwinkel δ_L als Funktion der Querbewleunigung während einer statischen Kreisfahrt ($R = 100\text{m}$, $i=20$, $l=2.67\text{m}$) für zwei verschiedene Fahrzeuge (Kringel im Kurvenverlauf durch Schaltvorgänge hervorgerufen)

Stationäres Verhalten

Bei der stationären Kreisfahrt, wird ein Zustand angestrebt, bei welchem sich weder Geschwindigkeit noch Lenkwinkel noch gefahrener Kurvenradius ändern. Dieser quasistationäre Zustand wird als Grundlage für die Berechnung des Fahrzeugverhaltens herangezogen. Aus dem linearen Einspurmodell nach Rieker-Schunck, auf dessen Herleitung an dieser Stelle verzichtet werden soll, lässt sich folgender Zusammenhang entnehmen.

$$\delta = \frac{l}{R} + \underbrace{\left(\frac{m_v}{c_v} - \frac{m_h}{c_h} \right)}_{EG} \cdot a_y$$

Der Anteil $\frac{l}{R}$ ist der stationäre Ackermann-Lenkgradwinkel, welcher sich aus den geometrischen Gegebenheiten des Einspurmodells für kleine Lenkwinkel ($l \ll R$) ergibt. Der zweite Summand ist die dynamische Eigenschaft des Fahrzeugs, welche auch als Eigenlenkgrad EG bezeichnet wird. Diesen Eigenlenkgrad zu bestimmen ist Sinn und Zweck der stationären Kreisfahrt.

Eigenlenkgrad

Der Eigenlenkgrad ist ein fahrzeugspezifischer Koeffizient, welcher aussagt, ob bei zunehmender Querbewleunigung, also einer schnelleren Kurvenfahrt ($a_y = \frac{v^2}{R}$), der Lenkwinkel vergrößert oder verkleinert werden muss, um den gleichen Kurvenradius fahren zu können. Vereinfacht und im linearen Bereich (auf trockener Fahrbahn mit $a_y < 0,4g$) kann man formulieren:

Untersteuern ($EG > 0$) bedeutet, dass der Lenkwinkel vergrößert werden muss, weil das Fahrzeug über die vorderen Räder schiebt, der Anstieg der blauen Kurve (im linearen Bereich) in Abb. 1 entspricht dem EG.

Statische Kreisfahrt Untersteuern Steady Circle Drive Understeeri...



Übersteuern ($EG < 0$) bedeutet, dass der Lenkwinkel reduziert werden muss, weil das Fahrzeug über die hinteren Räder schiebt, der Anstieg der grünen Kurve (im linearen Bereich) in Abb. 1 entspricht dem EG.

Statische Kreisfahrt Übersteuern Steady Circle Drive Oversteering



Versuch

Das Fahrzeug fährt mit definiertem, konstantem Lenkwinkel einen Kreis. Die Geschwindigkeit wird dabei schrittweise gesteigert.

Live-Support: [Tweet to @Balzer82](#)

2Versuch

3Auswertung

[Zurück \(/de/experiments\)](#)

-  <http://go.isupia.de/en/experiments/32>
- [Impressum \(/de/pages/about\)](#)
- [Team \(/de/pages/team\)](#)
- [Kontakt \(/getcontact\)](#)
- [Blog \(http://www.isupia.de/blog\)](http://www.isupia.de/blog)



http://ec.europa.eu/employment_social/esf/



<http://www.smwk.de/>



Hochschule für
Technik und Wirtschaft
Dresden

<http://www.htw-dresden.de>