

Qualitätssicherung einer Leuchtweiterregelung unter Verwendung einer Echtzeitsimulation

Dipl.-Ing. **Peter Opgen-Rhein**, Universität Duisburg-Essen

Prof. Dr.-Ing. **Torsten Bertram**, Technische Universität Ilmenau

Dipl.-Ing. **Jürgen Seuss**, Hella KG Hueck & Co., Lippstadt



Kurzfassung

Das Führen eines Fahrzeugs kann aus technischer Sicht als komplexe Regelungsaufgabe verstanden werden. Die visuelle Wahrnehmung der Verkehrssituation im Regelkreis Mensch – Fahrzeug – Umgebung nimmt dabei eine Schlüsselposition ein. Bei Nacht wird das notwendige Licht von den fahrzeugeigenen Scheinwerfern erzeugt. Da diese künstlichen Lichtquellen die Wahrnehmung des Fahrers gegenüber Tageslicht ohnehin stark einschränken, wird es notwendig den durch die Scheinwerfer erleuchteten Raum unter den gegebenen Randbedingungen zu maximieren.

Eine dynamische Leuchtweiterregelung hält die Neigung des Abblendlichts trotz dynamischer Bewegungen des Fahrzeugs konstant gegenüber der Fahrbahnebene, so dass bei Beschleunigung die Blendung des Gegenverkehrs verhindert wird und bei starker Verzögerung eine ausreichende Vorfeldausleuchtung erhalten bleibt. Der Nickwinkel, welcher die Rotationsbewegungen eines Fahrzeugs um die Querachse beschreibt, wird bei einer Leuchtweiterregelung als Störgröße aufgefasst und muss somit für eine sinnvolle Regelung hinreichend genau bekannt sein. Die Bestimmung des Nickwinkels des Fahrzeugs kann mit zwei induktiven Drehwinkelsensoren durchgeführt werden. Diese Sensoren sind an Vorder- und Hinterachse zwischen Radträger und Karosserie angebracht und liefern ein der Einfederung proportionales Spannungssignal an ein Steuergerät, welches den Nickwinkel ermittelt. Ein weiteres Konzept basiert auf der Schätzung des Nickwinkels. Ausgehend von einem Fahrzeugmodell wird ein Messvektor berechnet, mit realen Messwerten verglichen und die sich ergebenden Abweichungen verstärkt auf das System zurückgeführt.

Im Rahmen dieses Beitrags werden die beiden Konzepte zur Nickwinkelbestimmung hinsichtlich ihrer Robustheit untersucht. Die Untersuchung stützt sich im Wesentlichen auf die Einflüsse unterschiedlicher Stoßdämpfer- und Reifeneigenschaften. Die Stoßdämpfereigenschaften sind sehr stark mit der Alterung verbunden. Unsachgemäßer Gebrauch, sowie unzureichende Wartung lassen den Stoßdämpfer schneller ermüden. Die Vertikalsteifigkeit des Reifens ist stark vom Reifenluftdruck abhängig, welcher wiederum das Nickverhalten des Fahrzeugs beeinträchtigt. Eine dynamische Leuchtweiterregelung muss robust gegenüber Langzeitveränderungen der Stoßdämpfer-, sowie der Reifeneigenschaften sein. Im realen Fahrversuch würden die entsprechenden Untersuchungen sehr lang dauern und somit hohe Kosten verursachen. Durch die Hilfe einer Hardware-in-the-Loop Umgebung ist man in der Lage die Untersuchungen im Labor durchzuführen und zu beschleunigen. Der Beitrag analysiert die Auswirkungen verschiedener Dämpfer- und Reifeneigenschaften auf die Güte des sensierten Nickwinkels. Die Untersuchung geht weiter der Frage nach, wie sich das veränderte Nickwinkelverhalten auch auf die Nickwinkelbestimmung auswirkt und wie sich dies im gesamten Regelkreis einer dynamischen Leuchtweiterregelung bemerkbar macht.

Seuss, J. und D. Strychik: *Steuerungselektronik für dynamisches Kurvenlicht*. Automobiltechnische Zeitschrift, ATZ 6/2003 Jahrgang 105, 598-601, 2003.

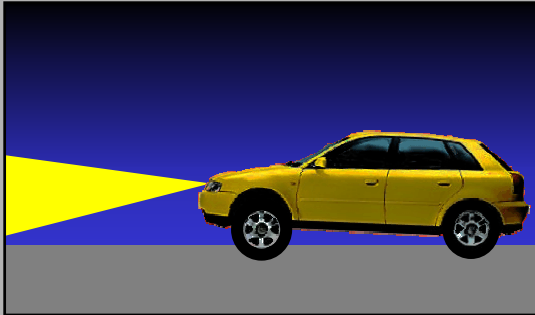
Bertram, T., M. Thiemann, P. Opgen-Rhein und J. Seuss: *Mechatronik im Scheinwerfer – Nutzung der Simulation zum Entwurf neuer adaptiver Lichtfunktionen*. Automobiltechnische Zeitschrift, ATZ 1/2002 Jahrgang 104, 70-76, 2002.

Bertram, T., M. Hiller, P. Opgen-Rhein, C. Trowitzsch, M. Thiemann und M. Melzig: *Entwicklung einer Leuchtweiterregelung mit einem komplexen, dreidimensionalen Fahrzeugmodell*. 9. Internationaler Kongress Elektronik im Kraftfahrzeug. VDI-Berichte 1547. Düsseldorf: VDI, 1099-1124, 2000.



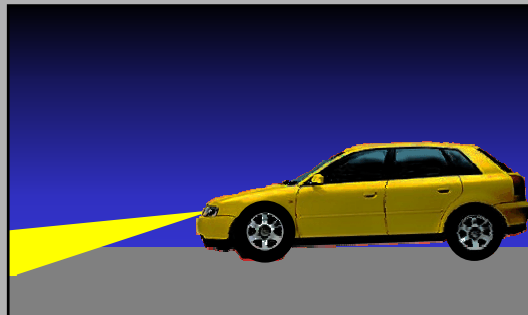
Motivation

Beschleunigung:



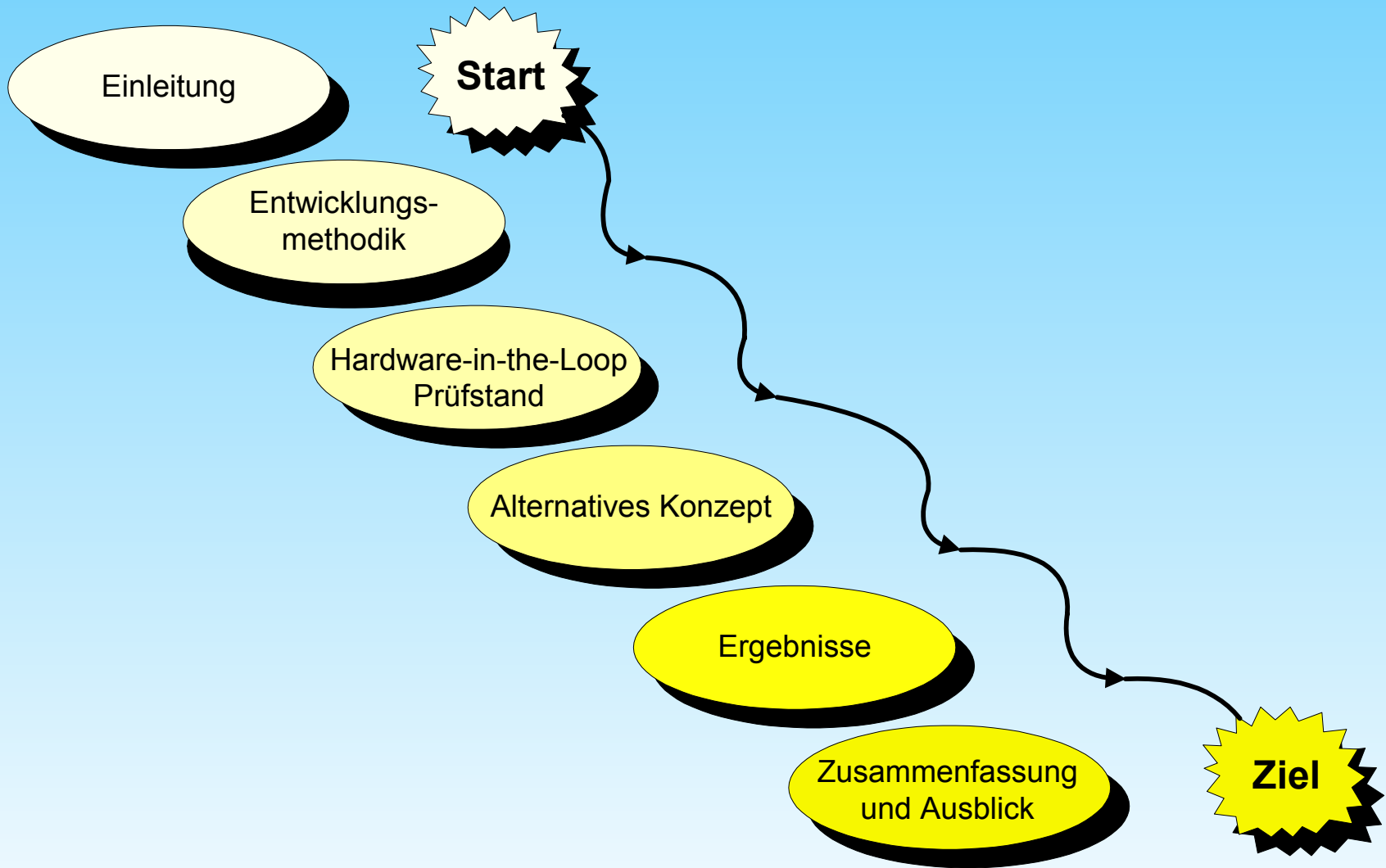
Situation ohne dynamische Leuchtweiterregelung (LWR)

Bremsen:





Übersicht

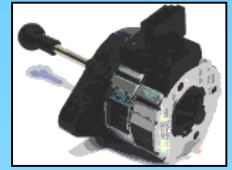




Anforderungen

Einleitung

Produkt



Definiton:

- Komponenten
- Ein-/Ausgänge
- Umgebung
- Grenzen

Systementwurf

Eigenschaftsabsicherung



Systemintegration



Domänenspezifischer Entwurf

Modellbildung und -analyse



V-Modell nach DIN 2206

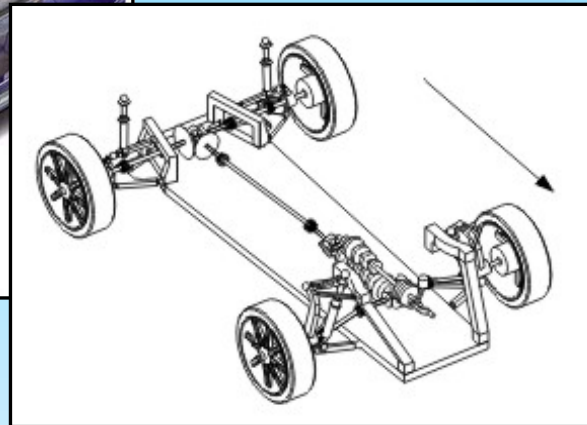
Entwicklungsmethodik

Entwicklung komplexer Fahrzeugmodelle

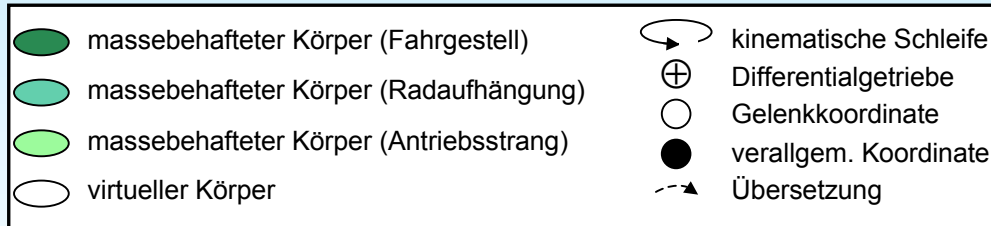
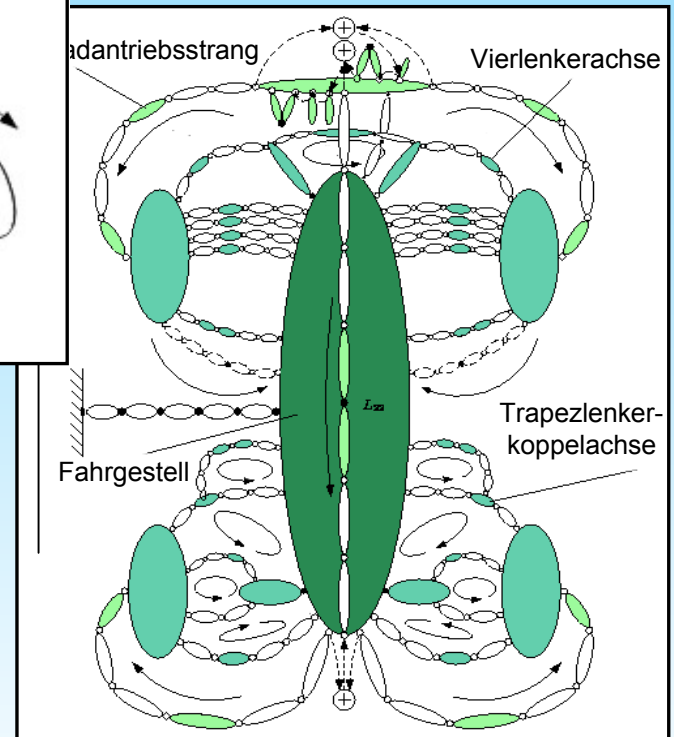
Reale Fahrzeugstruktur

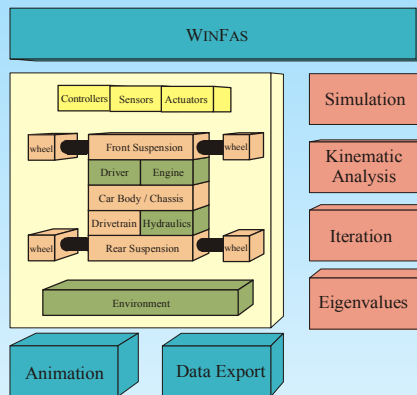
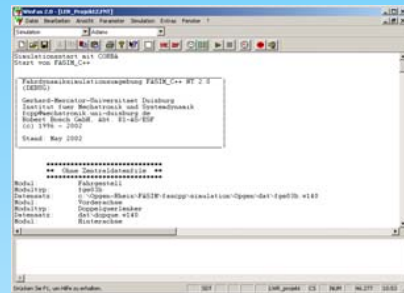


Mehrkörpersystem



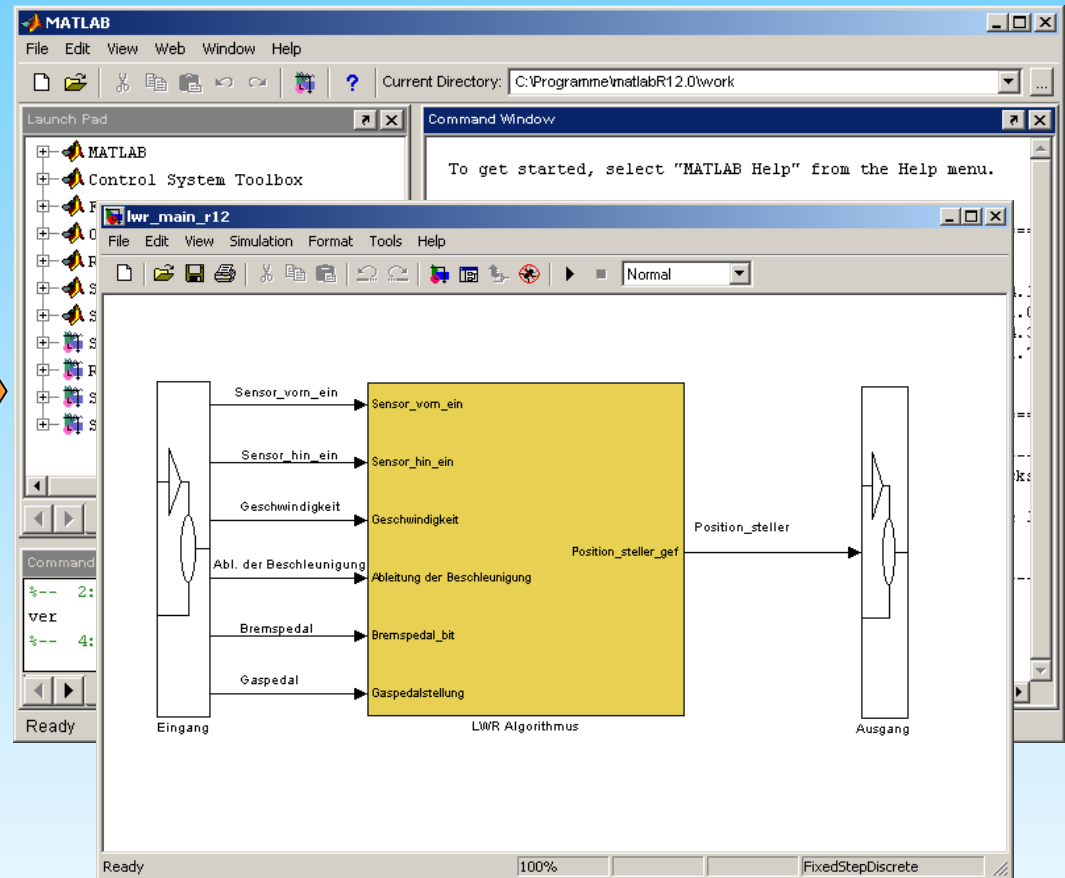
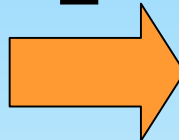
Topologische Struktur





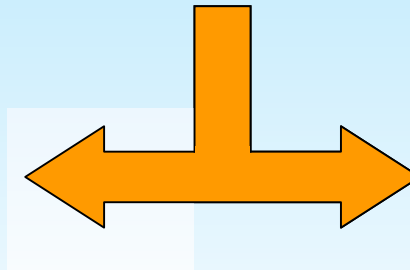
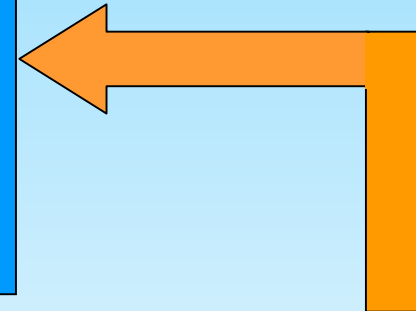
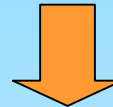
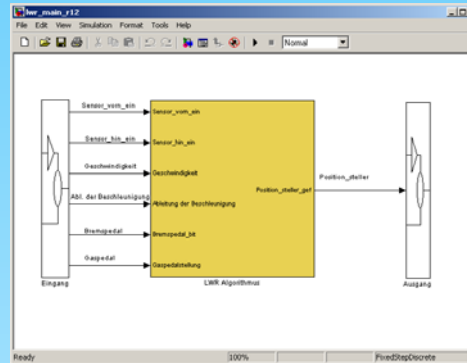
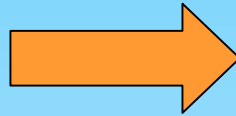
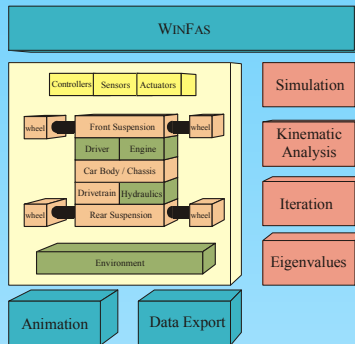
FASIM_C++

Eingang



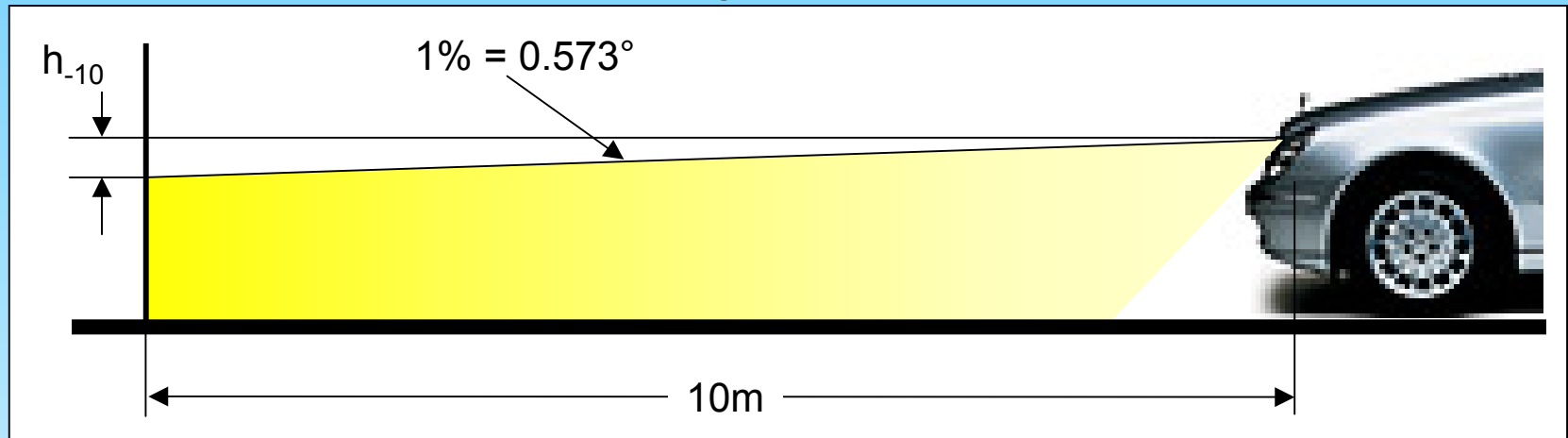
Matlab

Applikation des Systems

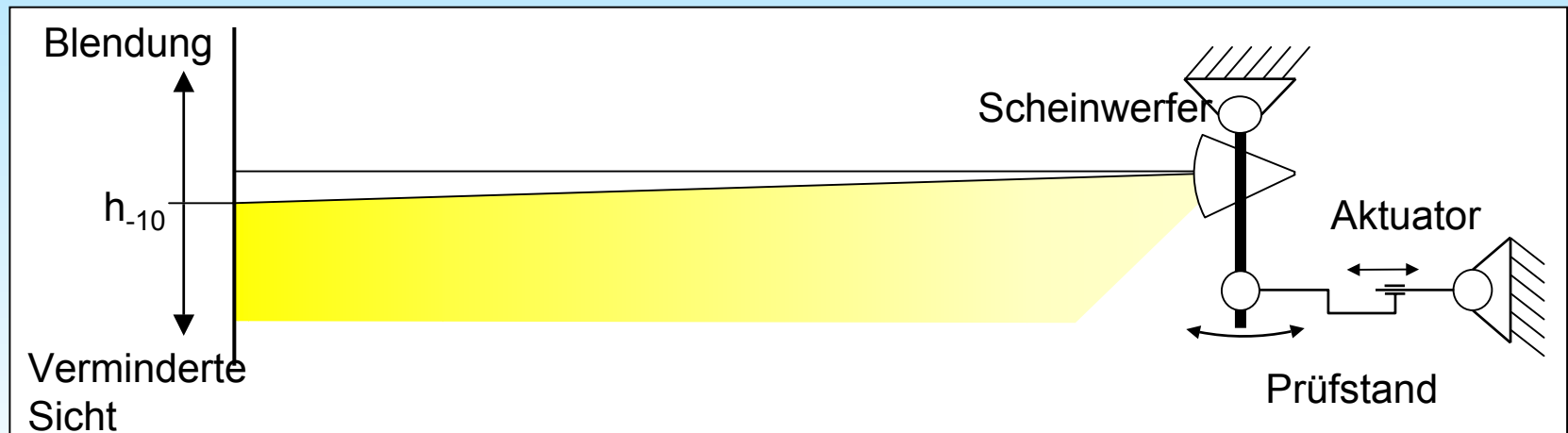


Hardware-in-the-Loop – Prüfstand

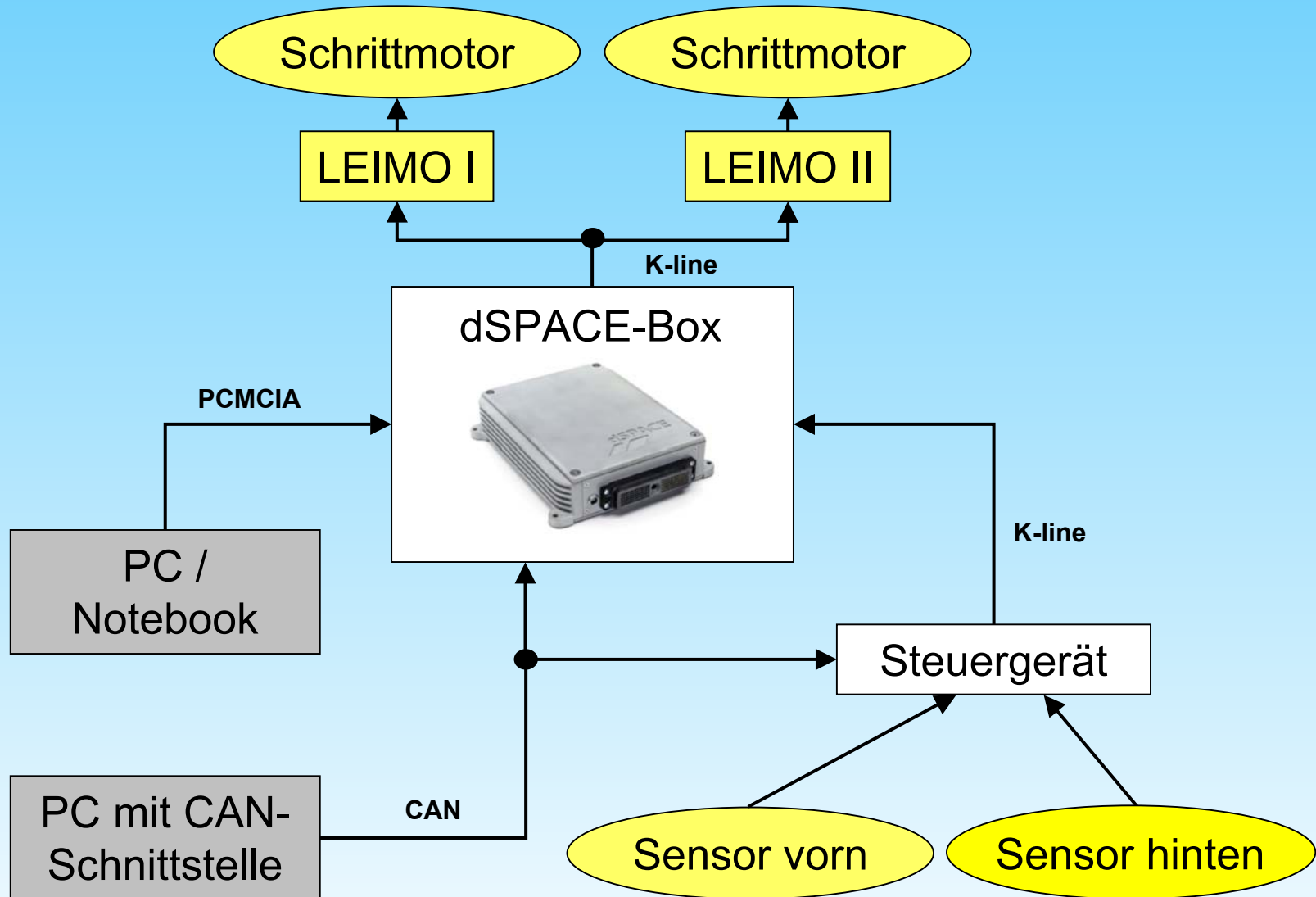
Anforderungen an eine LWR:



Aufbau des Prüfstands:



Schematischer Aufbau des Prüfstands



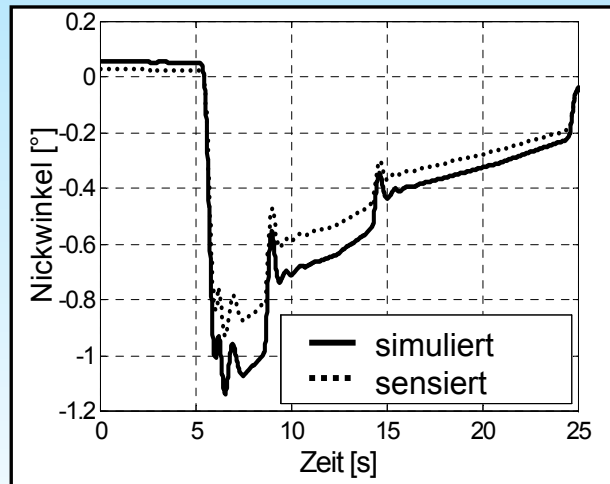
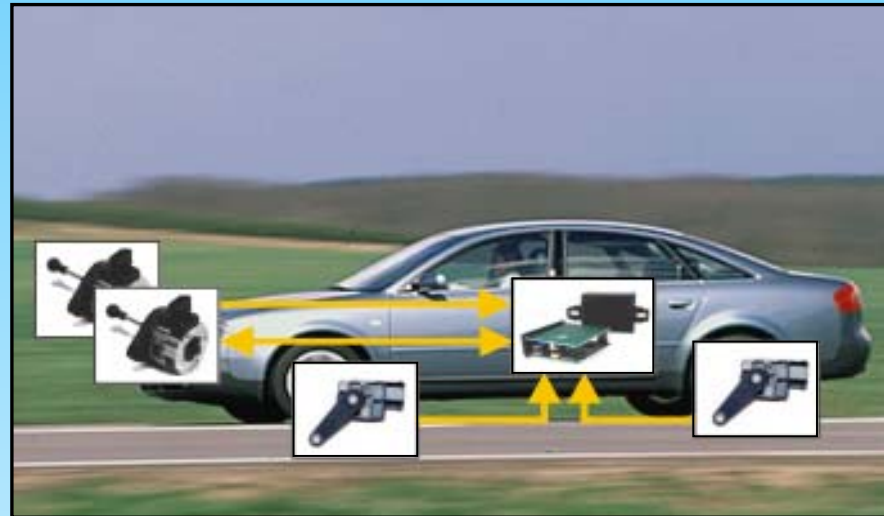


LWR

HiL Prüfstand

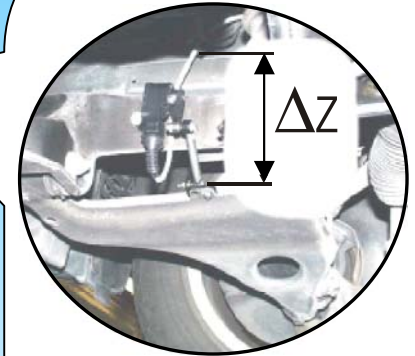
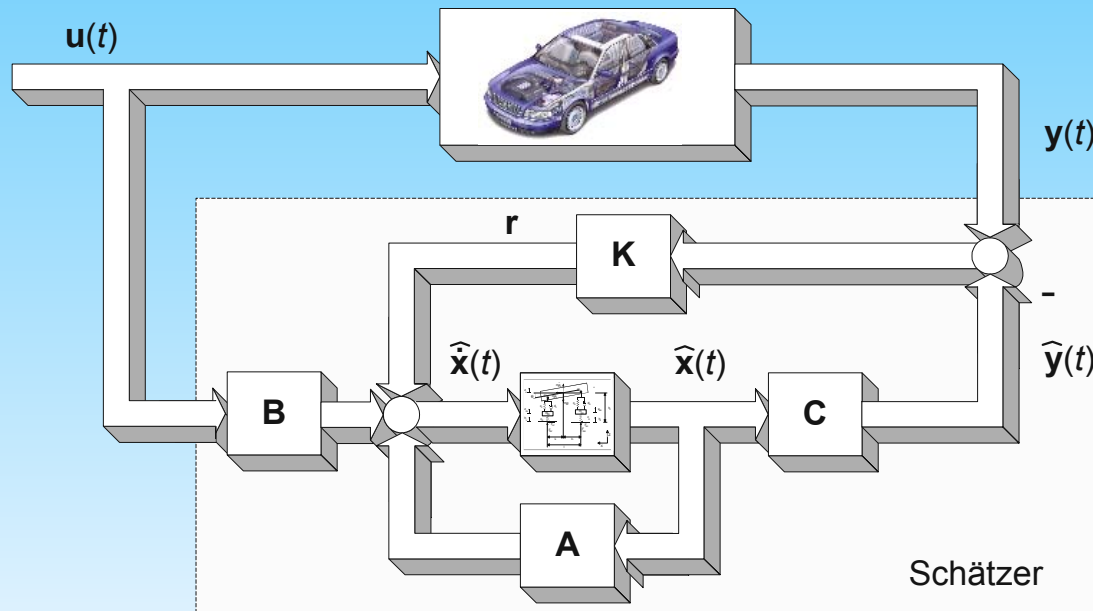
Alternatives LWR-Konzept

Stand der Technik



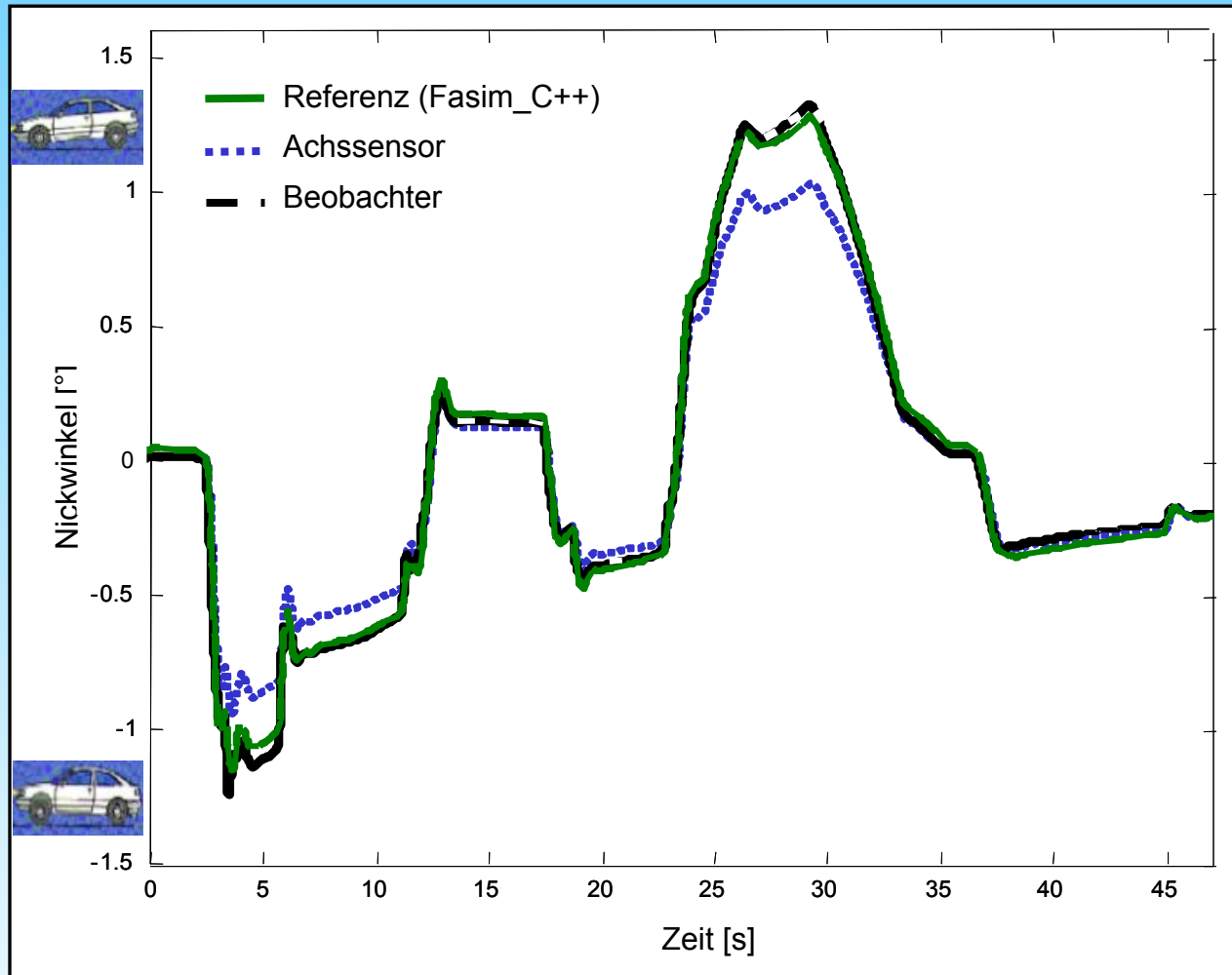
Abweichungen
aufgrund der
Einbaulage

Nickwinkelbestimmung mit einem nichtlinearen Beobachter

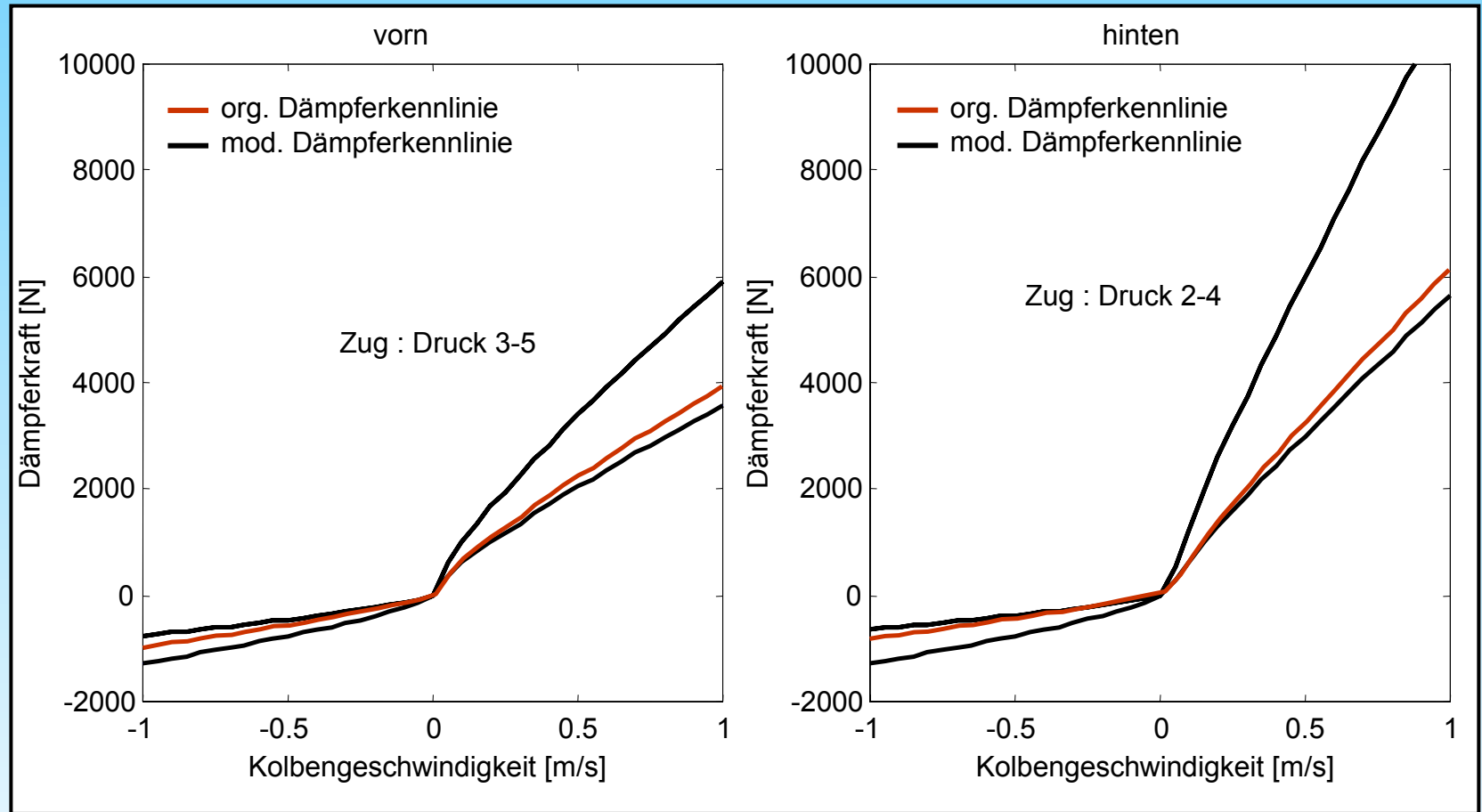


$\Delta z_v, \Delta z_h, \dots$
 $\dots \Delta \dot{z}_v, \Delta \dot{z}_h, \ddot{x}$

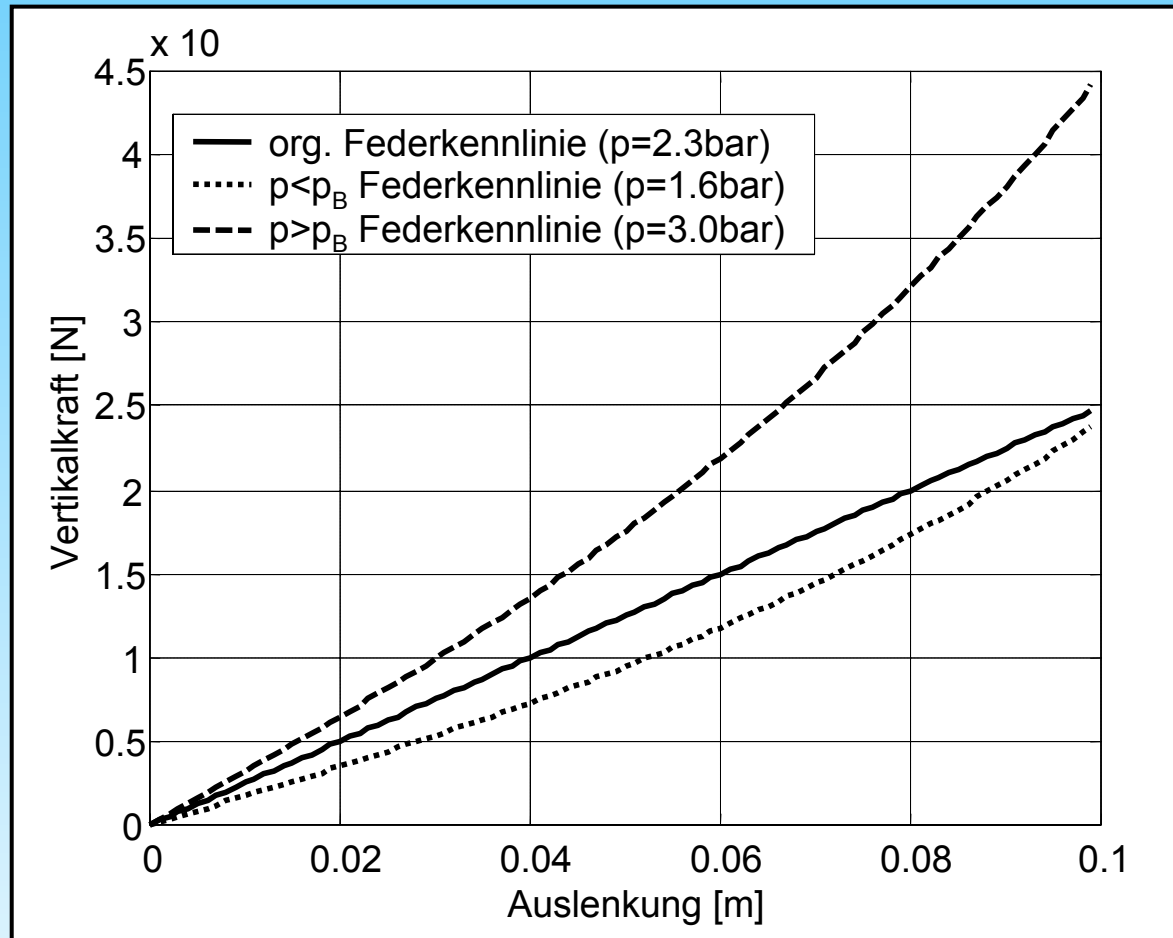
Simulationsergebnisse



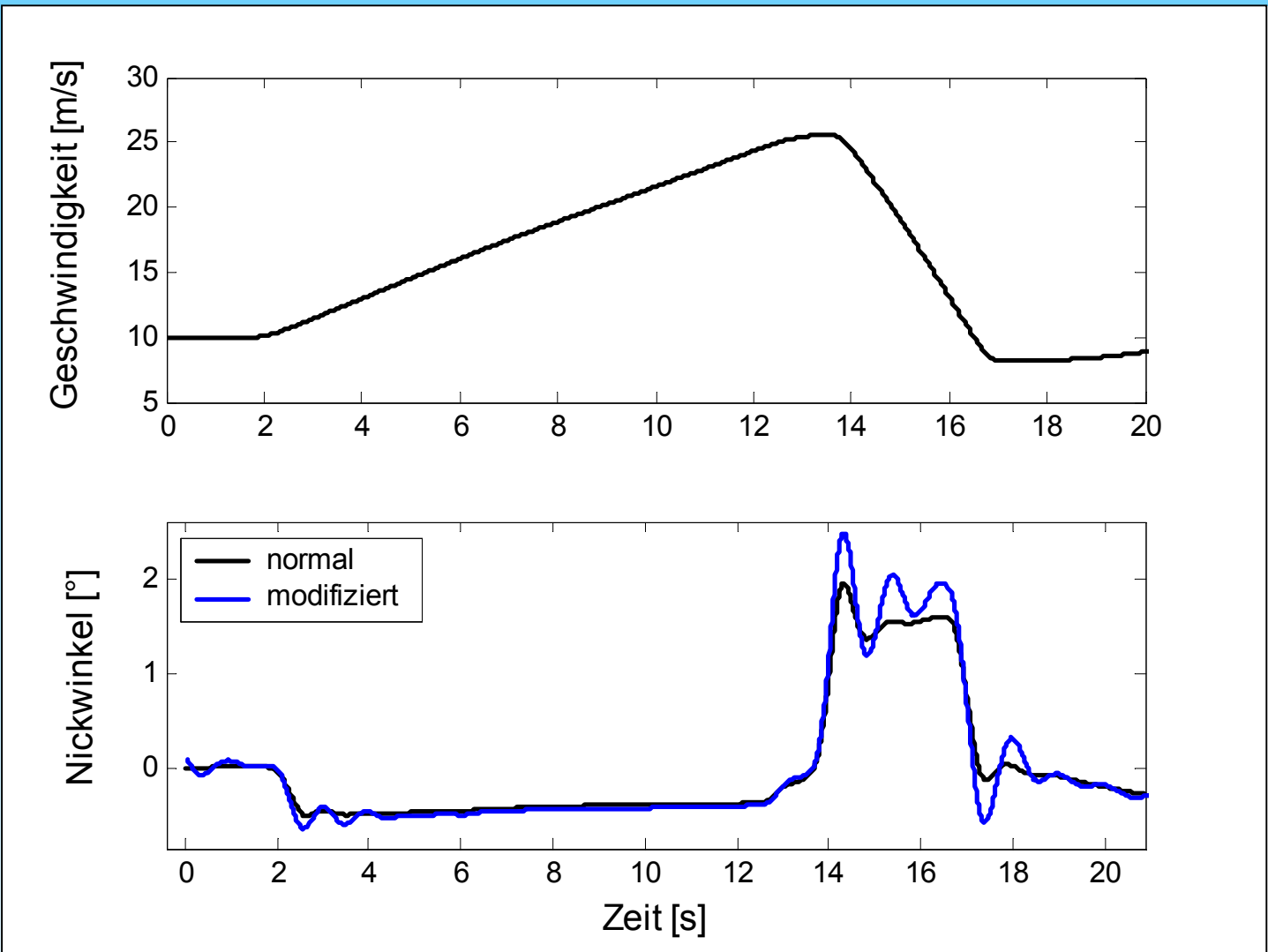
Variierung der Dämpfer- und Reifeneigenschaften



Variierung der Dämpferkennlinien

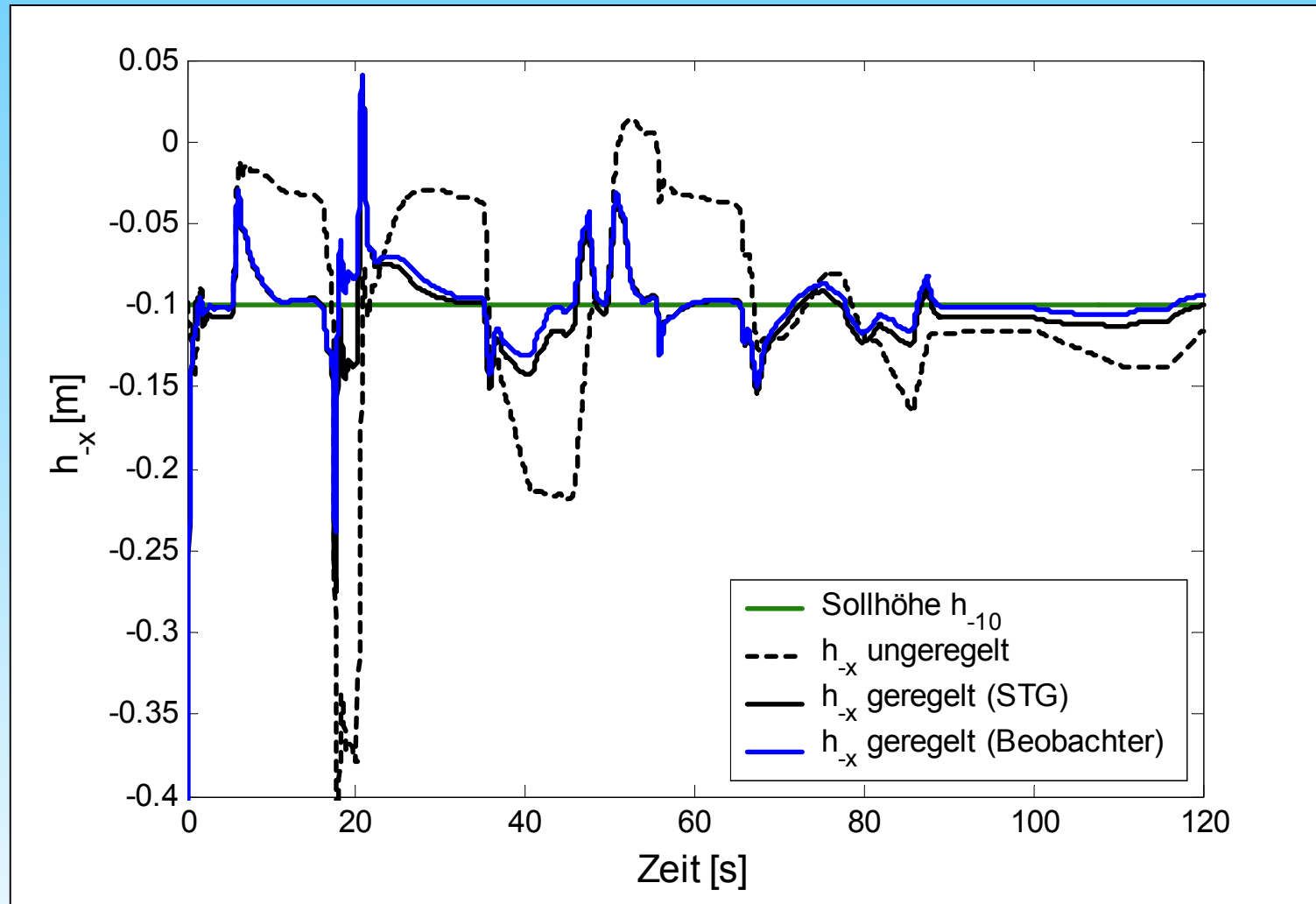


Variierung der Reifenkennlinien



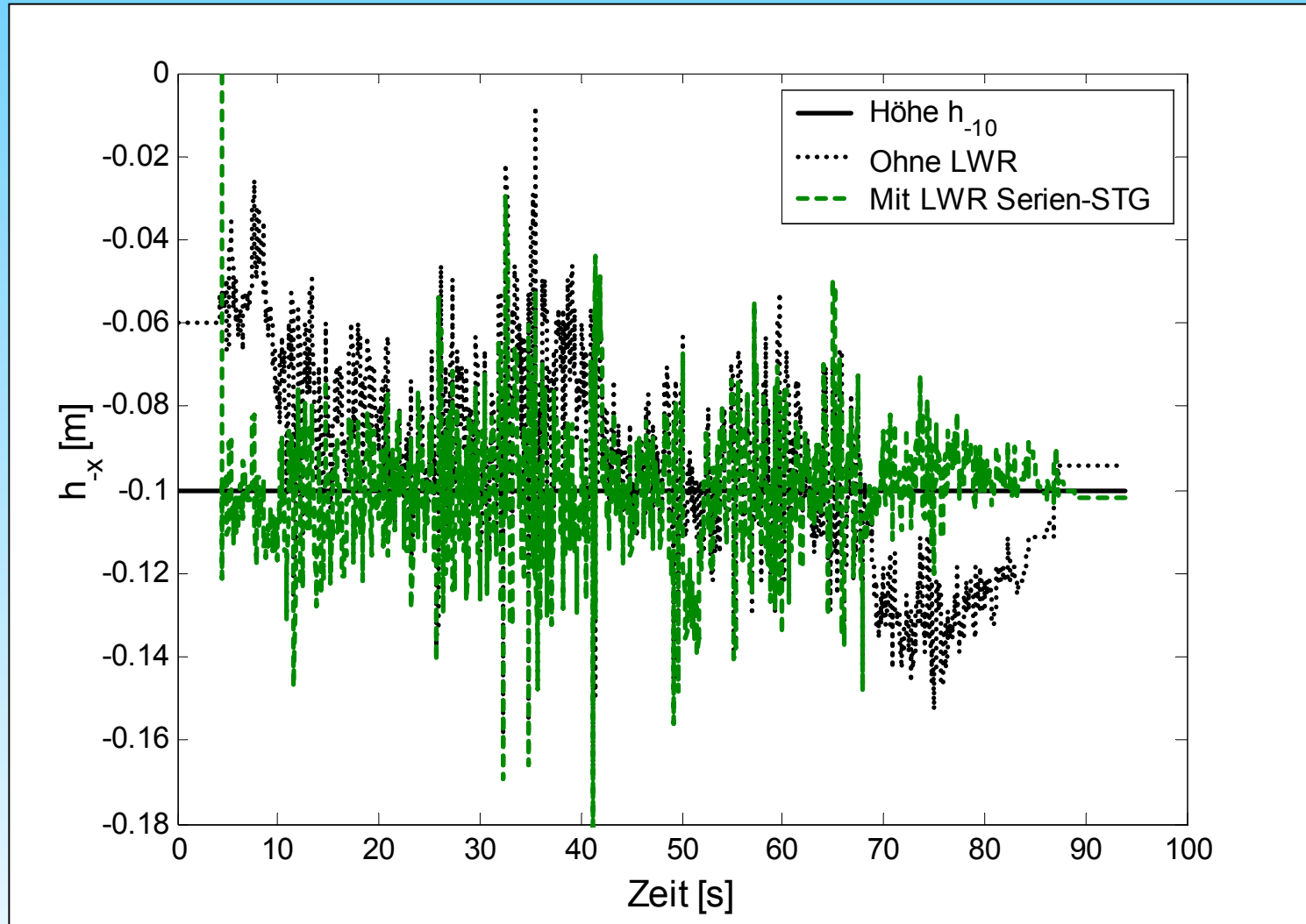
Dämpfer- und Reifenkraft um 50% verringert

Ergebnisse



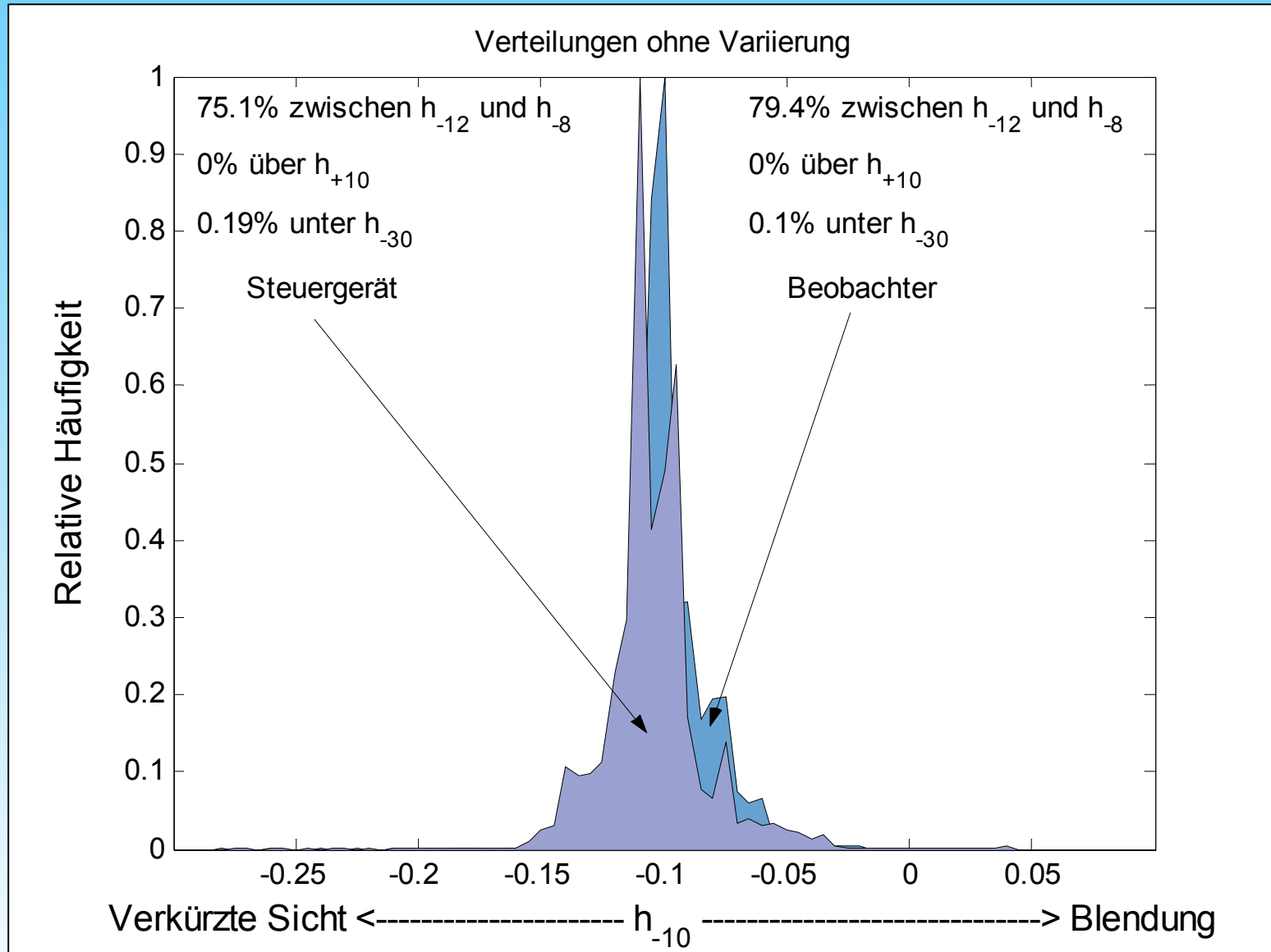
h_x Verläufe mit nicht modifizierten Kennlinien

Ergebnisse einer Messfahrt



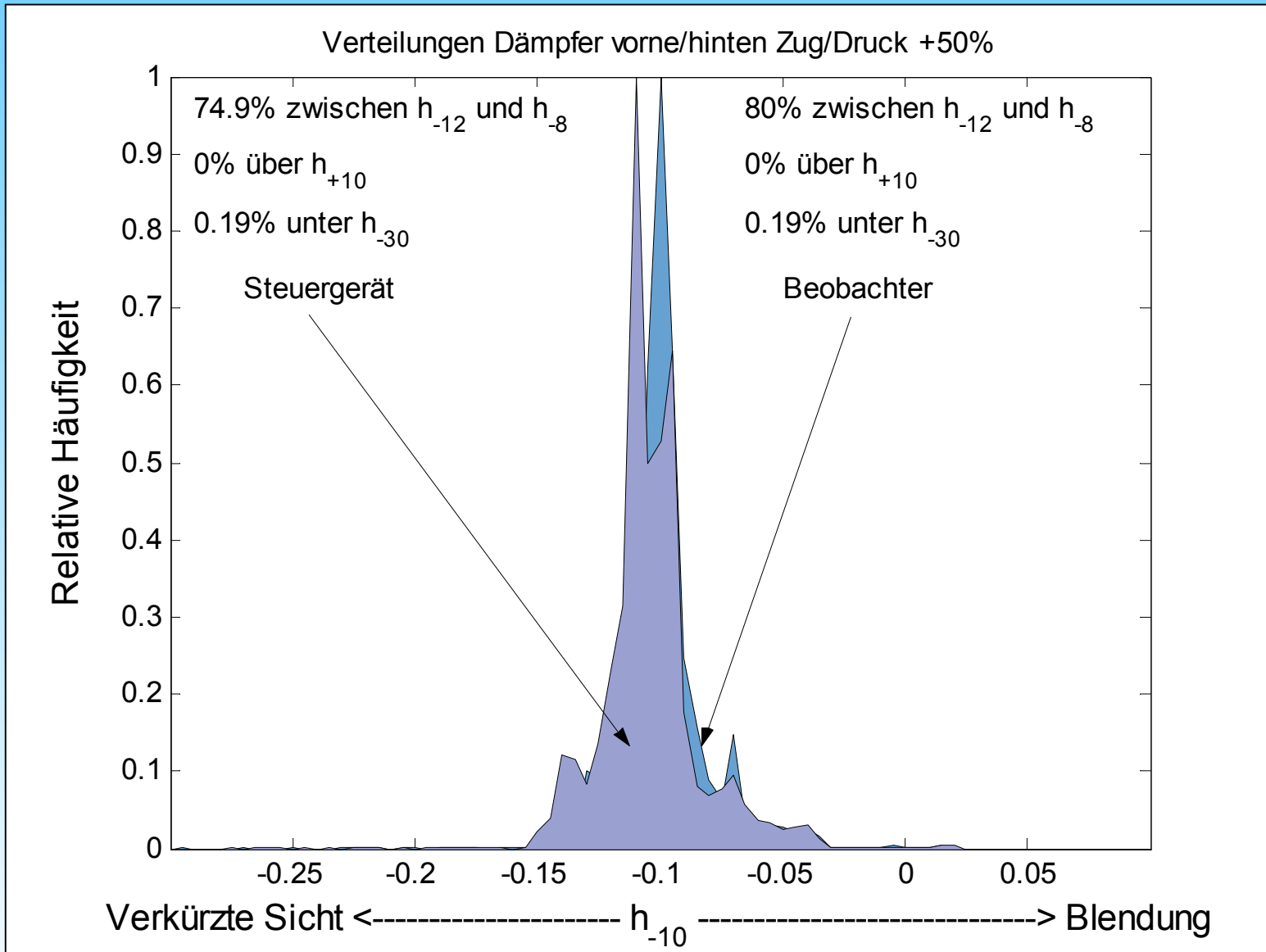
⇒ Ungünstige Darstellung der Ergebnisse

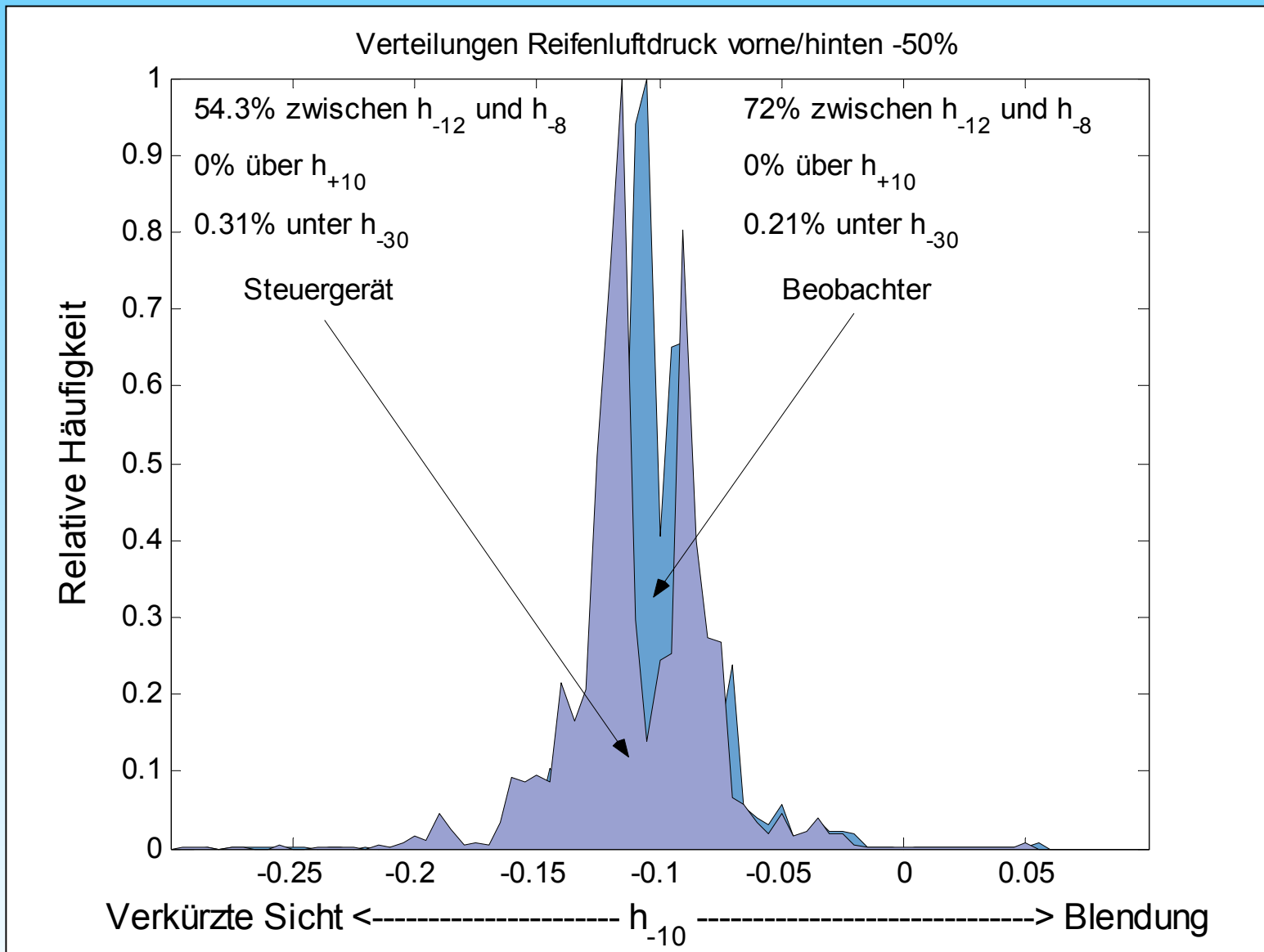
Darstellung der Ergebnisse als Verteilungskurven

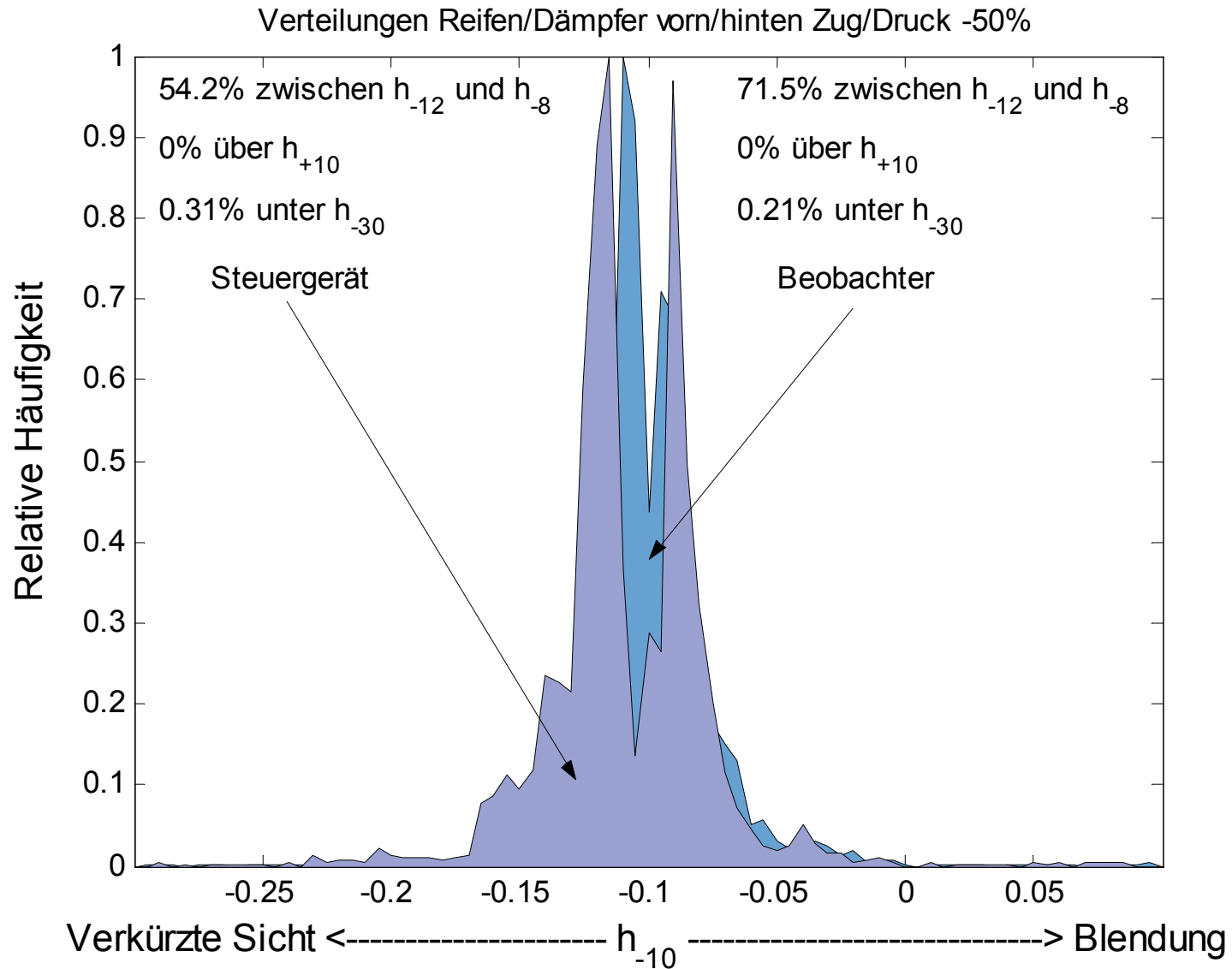


	Verteilung [%]	
Variierung	Beobachter	Steuergerät
	$h_{-12}-h_{-8} \mid >h_{+10} \mid <h_{-30}$	$h_{-12}-h_{-8} \mid >h_{+10} \mid <h_{-30}$
ohne	79.4 0 0.17	75.1 0 0.19
Dämpfer vorne/hinten Zug/Druck +50%	80.0 0 0.19	74.9 0 0.19
Dämpfer vorne/hinten Zug/Druck -50%	78.7 0 0.19	76.4 0 0.19
Reifen vorne/hinten +50%	79.4 0 0.19	79.6 0 0.19
Reifen vorne/hinten -50%	72.0 0 0.21	54.3 0 0.31
Reifen/Dämpfer vorne/hinten Zug/Druck -50%	71.5 0 0.21	54.2 0 0.31

- Beobachter reagiert unempfindlich bei Modifizierung der Dämpferkennlinien, als auch bei Erhöhung des Reifenluftdrucks.
- Leichte Verschlechterung bei vermindertem Reifenluftdruck.
- Steuergerät ist relativ unempfindlich gegenüber veränderten Dämpfereigenschaften und erhöhtem Reifenluftdruck.
- Empfindlichkeit des Steuergeräts bei Abnahme des Reifenluftdrucks.







Zusammenfassung

- Qualitätssicherung verschiedener Konzepte mit der Echtzeitsimulation möglich.
- Robustheit des Serien-Steuergeräts bei der Variierung der Dämpferkennlinien, Abnahme der Qualität bei Änderung des Reifenluftdrucks.
- Verbesserung der Nickwinkelbestimmung mit Hilfe des Beobachters.
- Beobachter reagiert unempfindlich gegenüber Variierung von Dämpfer- und Reifenkennlinien.

Ausblick

- Entwicklung weiterer Konzepte für die dynamische LWR zur Überprüfung in der Echtzeitsimulation.
- Definition von Standardmanövern für die Überprüfung; Verwendung der Reproduzierbarkeit.
- Automatisierte Auswertung der Ergebnisse für Manöver, sowie deren Darstellung in Verteilungskurven zur objektiven Bewertung.