



Berührungslose Winkelbestimmung zwischen Zugfahrzeug und Anhänger

Jacek Schikora

Universität Koblenz-Landau

Institut für Softwaretechnik

E-Mail: jacek.schikora@uni-koblenz.de



Gliederung

- Einleitung
- Anforderungen
- Fahrzeuge mit Starrdeichselanhänger
- Fahrzeuge mit Sattelanhänger
- Bewertung und Ausblick



Einleitung

- Jahrzehnt der Assistenzsysteme
- Assistenzbedarf im Nutzfahrzeugbereich
- Forschungsgebiet: Rückwärtsfahrt von Fahrzeugen mit Anhänger
 - Mangel an Algorithmen
 - Fehlendes Datum „Einknickwinkel“



Anforderungen (1)

- Sensor für Fahrzeuge mit Starrdeichselanhänger und Sattelanhänger
- Keine baulichen Änderungen am Fahrzeug
- Keine zusätzlichen Handgriffe beim Kuppelvorgang
- Berührungslos



Anforderungen (2)

- Großer Messbereich
 - $\sim 90^\circ$ bzw. $\sim 180^\circ$
- Hohe Messgenauigkeit
 - $\sim 0,3^\circ$
- Hohe Messrate
 - $\sim 20\text{Hz}$
- Echtzeitfähigkeit
 - $\Delta t < 150\text{ms}$

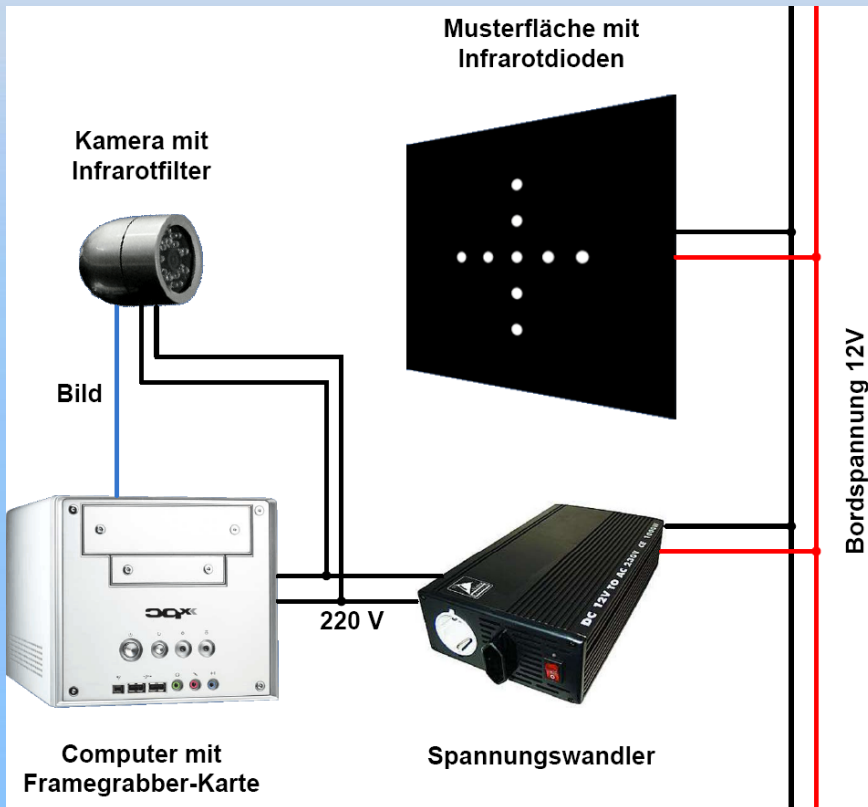


Fahrzeuge mit Starrdeichselanhänger



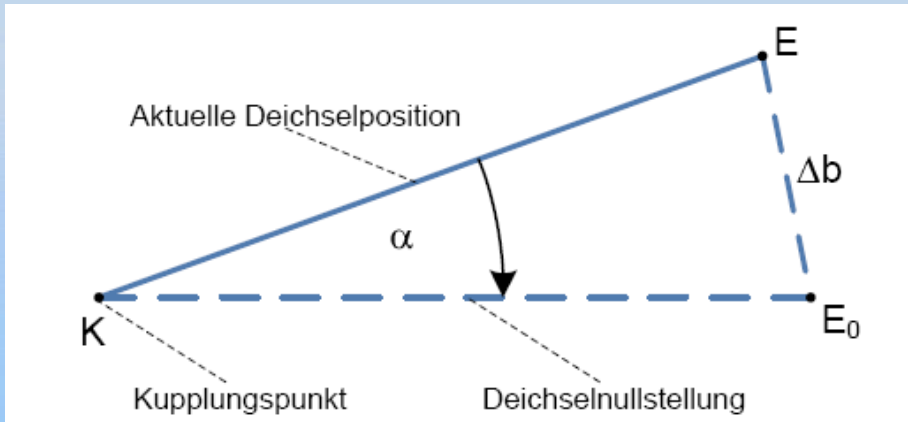


Fahrzeuge mit Starrdeichselanhänger



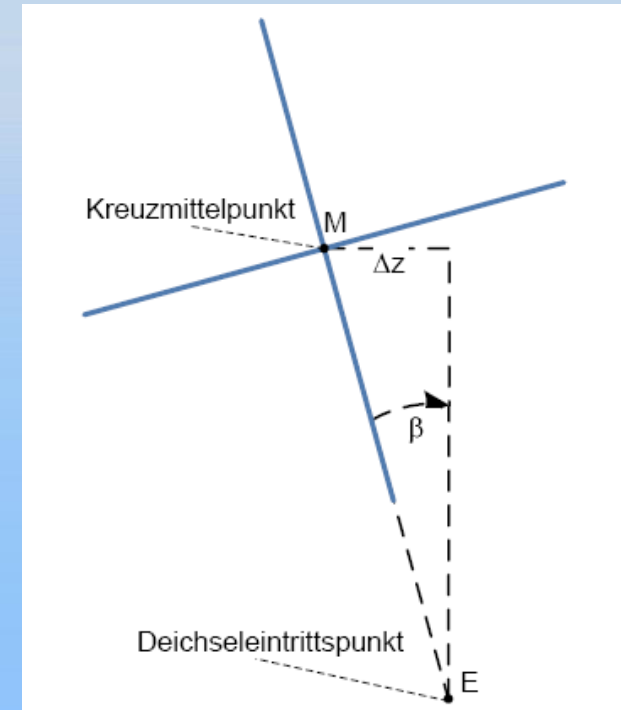


Fahrzeuge mit Starrdeichselanhänger



$$\alpha = 2 * \arcsin\left(\frac{\Delta b}{2KE}\right)$$

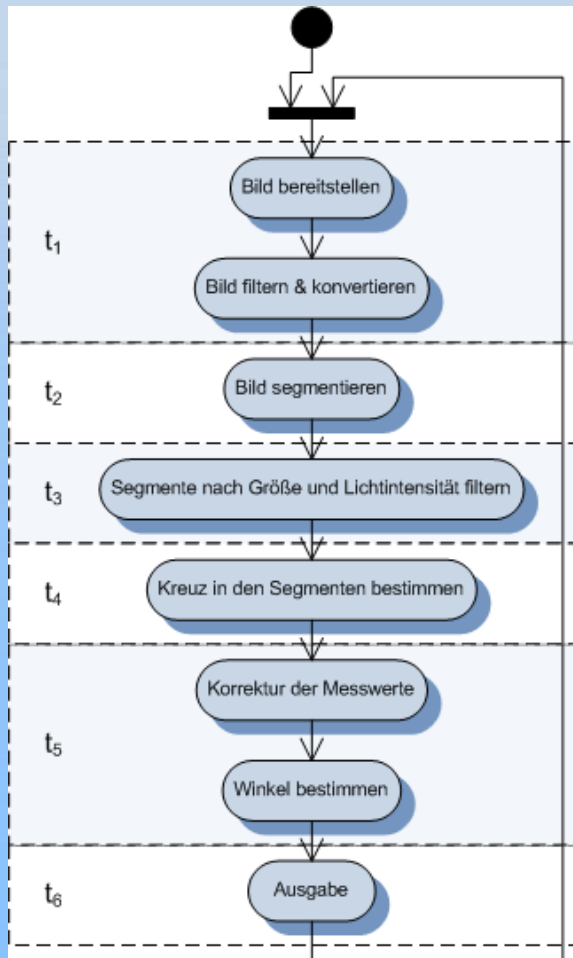
$$\Delta b = f(M) - \Delta z$$



$$\Delta z = \sin(\beta) \overline{ME}$$



Fahrzeuge mit Starrdeichselanhänger



| | Fall 1 | Fall 2 |
|------------|--------|--------|
| t_1 [ms] | 41 | 29 |
| t_2 [ms] | 38 | 5 |
| t_3 [ms] | 15 | 2 |
| t_4 [ms] | 27 | 3 |
| t_5 [ms] | 1 | 1 |
| t_6 [ms] | 2 | 2 |

$$t_{F1} = \sum_{i=1}^{i<7} t_i = 124ms$$

$$f_{F1} \approx 8,2Hz$$

$$t_{F2} = \sum_{i=1}^{i<7} t_i = 42ms$$

$$f_{F2} \approx 25Hz$$

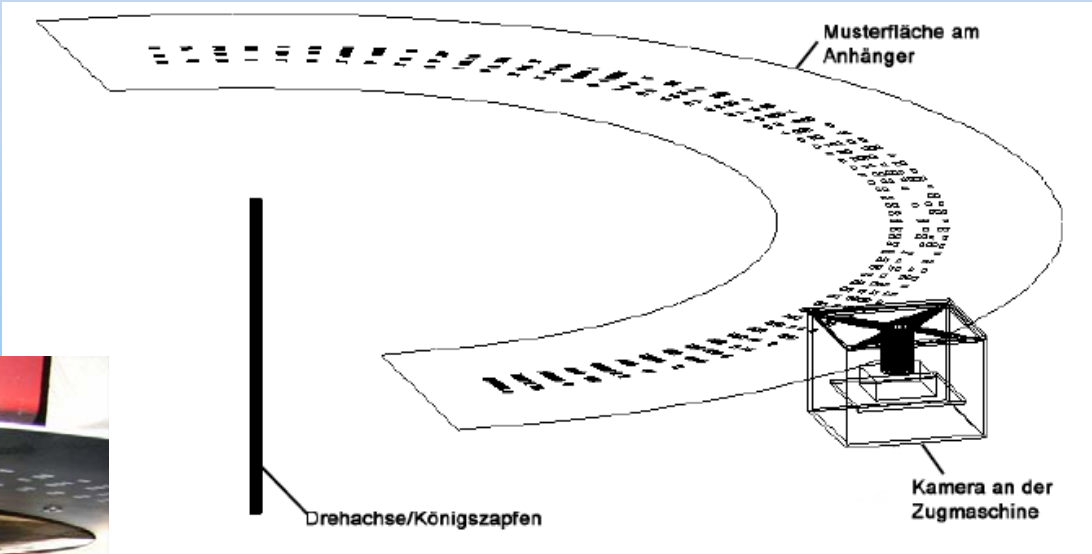


Fahrzeuge mit Sattelanhänger



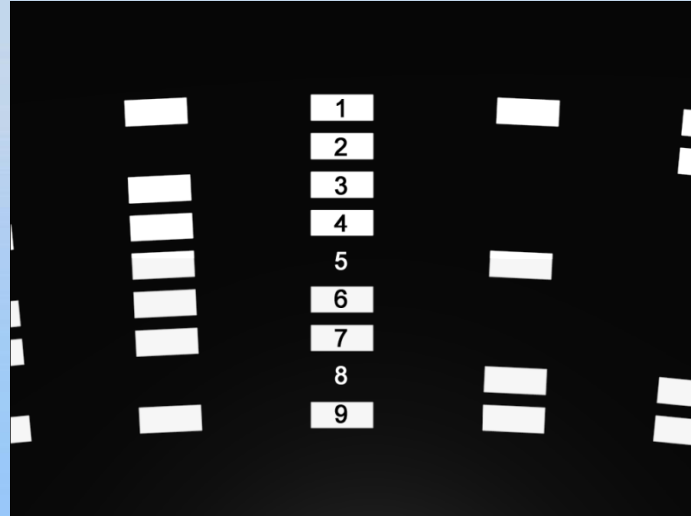


Fahrzeuge mit Sattelanhänger





Fahrzeuge mit Sattelanhänger



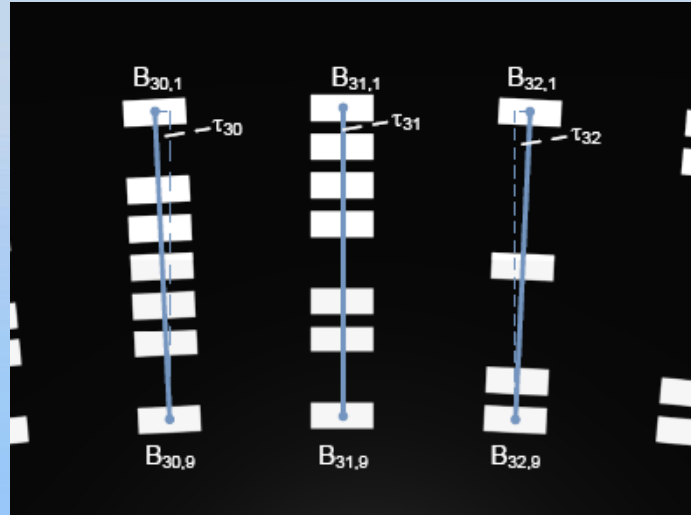
$$\begin{aligned} \text{Mustercode}_{31} &= 2^5 * 0 + 2^4 * 1 + 2^3 * 1 + 2^2 * 1 + 2^1 * 1 + 2^0 * 1 \\ &= 0 + 16 + 8 + 4 + 2 + 1 = 31 \end{aligned}$$

$$\text{Nullpunkt} = \text{Musterabstand} * \frac{\text{AnzahlMusterstreifen} - 1}{2} = 2,8^\circ * \frac{63 - 1}{2} = 86,8^\circ$$

$$\omega_i = \text{Musterabstand} * \text{Mustercode}_{(i-1)} - \text{Nullpunkt}$$



Fahrzeuge mit Sattelanhänger



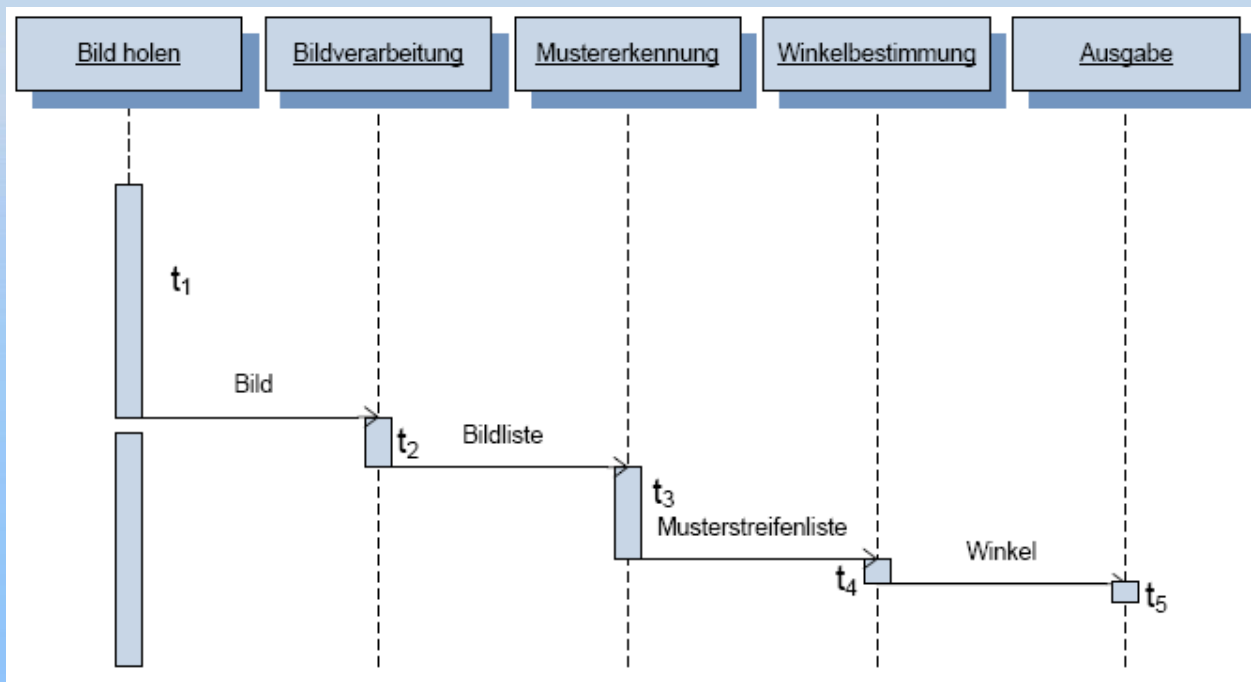
$$\tau_i = \arctan\left(\frac{B_{i,1} \cdot x - B_{i,9} \cdot x}{B_{i,1} \cdot y - B_{i,9} \cdot y}\right)$$

$$\gamma_i = \omega_i - \tau_i$$

$$\gamma = \frac{1}{|S|} \sum_{i \in S} \gamma_i$$



Fahrzeuge mit Sattelanhänger



| Abschnitt | Zeit [ms] |
|----------------|-----------|
| t ₁ | 40 |
| t ₂ | 10 |
| t ₃ | 20 |
| t ₄ | 2 |
| t ₅ | 3 |

$$t = \sum_{i=1}^{i<6} t_i = 75ms$$

$$f = \frac{1}{t_1} = 25Hz$$



Bewertung und Ausblick

- Erfüllung der Anforderungen
- Optimierungspotential
- Sensor für Anhänger mit Drehschemmel
- Realisierung neuer Assistenzsysteme
- Anwendungen des automatischen/autonomen Fahrens



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

Fragen?