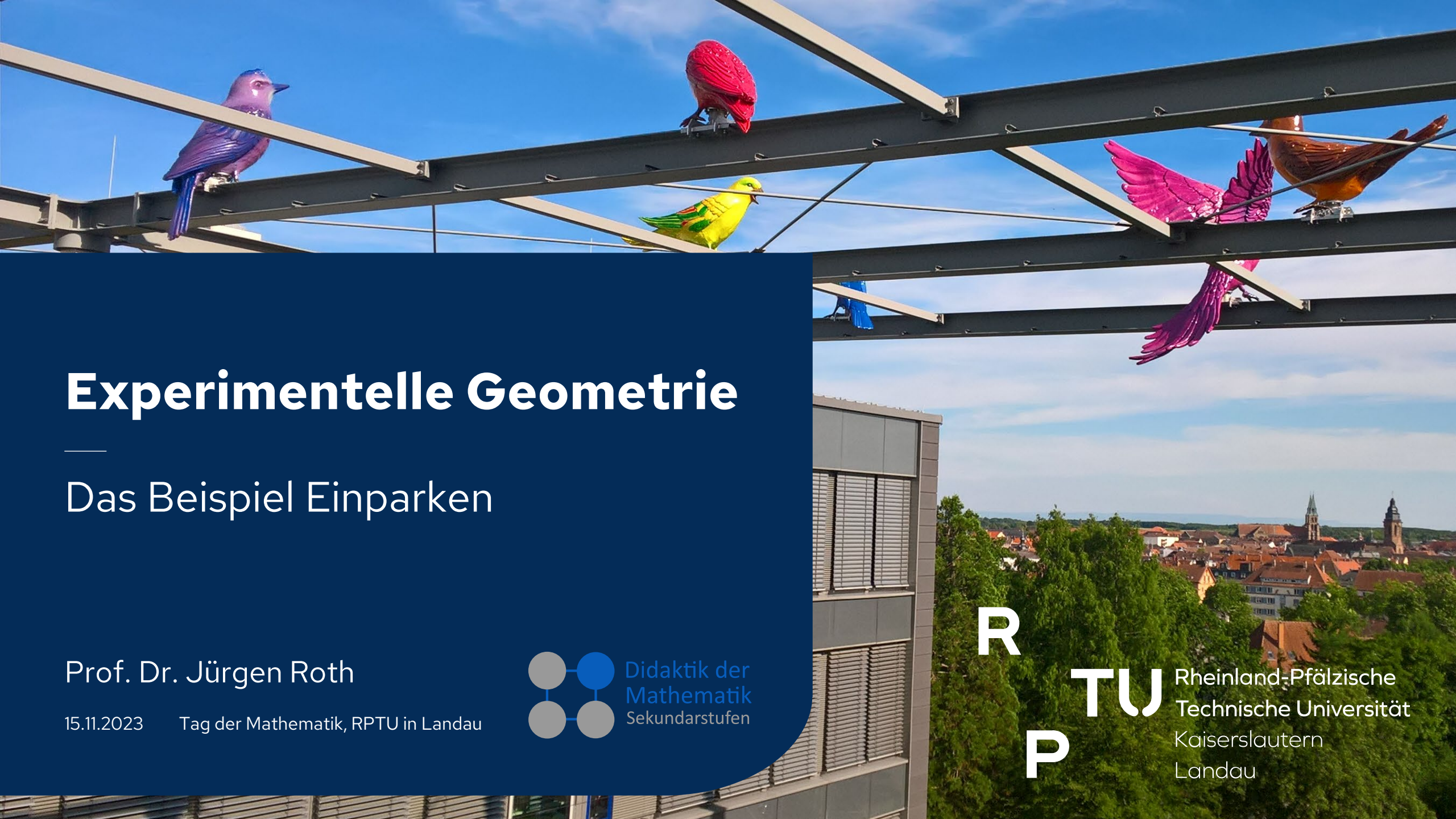




Experimentelle Geometrie

Das Beispiel Einparken

Prof. Dr. Jürgen Roth

15.11.2023 Tag der Mathematik, RPTU in Landau



R
TU
P

Rheinland-Pfälzische
Technische Universität
Kaiserslautern
Landau

R

TU Rheinland-Pfälzische
Technische Universität
Kaiserslautern
Landau

P

Experimentelle Geometrie

Das Beispiel Einparken

-
1. Das Problem
 2. Experimentelle Geometrie
 3. Projektarbeit
 4. Ergebnisse

1

Das Problem

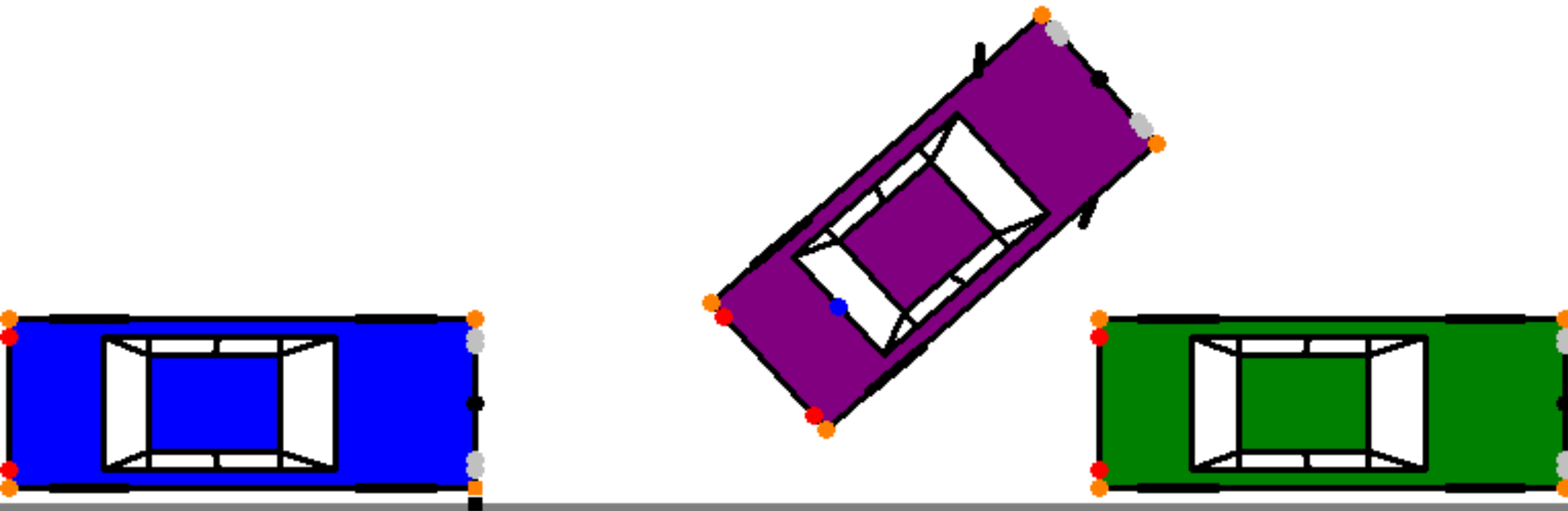


Wie parkt man am Straßenrand ein?





In der Fahrschule: Parallel Einparken



2

Experimentelle Geometrie



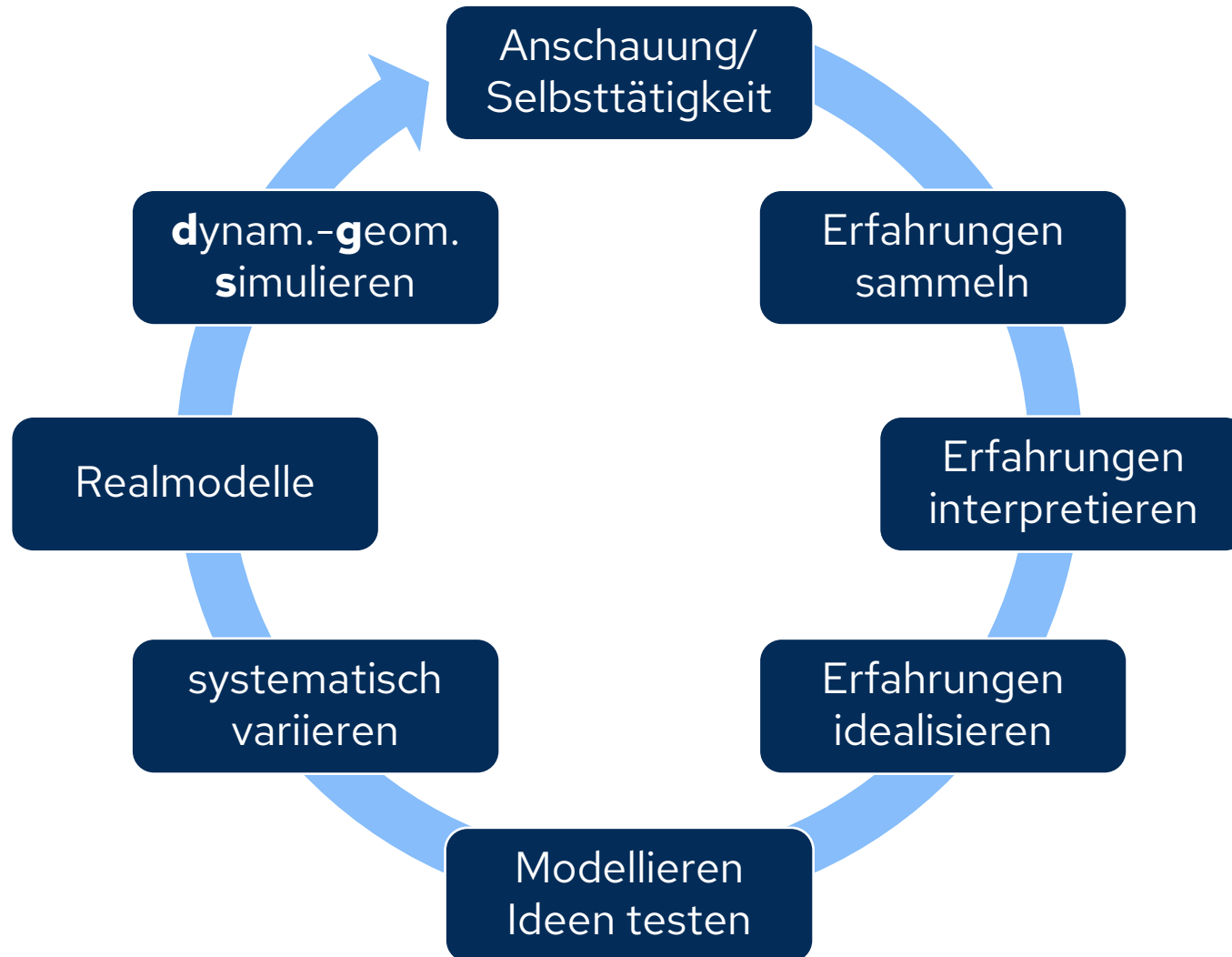
Grundverständnis entwickeln

- Anschauung, Experiment und propädeutischer Unterricht in allen Schulformen wichtig (Lietzmann 1912)
- Erfahrungen an (realen) Modellen sammeln (Lietzmann 1959)

Lebendige Mathematik

- Erziehung zum anschaulichen, Größen beurteilenden, technisch-wissenschaftlichen Denken
- Lernenden kann deutlich werden, wie viel man im Alltag mit der Mathematik anfangen kann. (Lietzmann 1955)

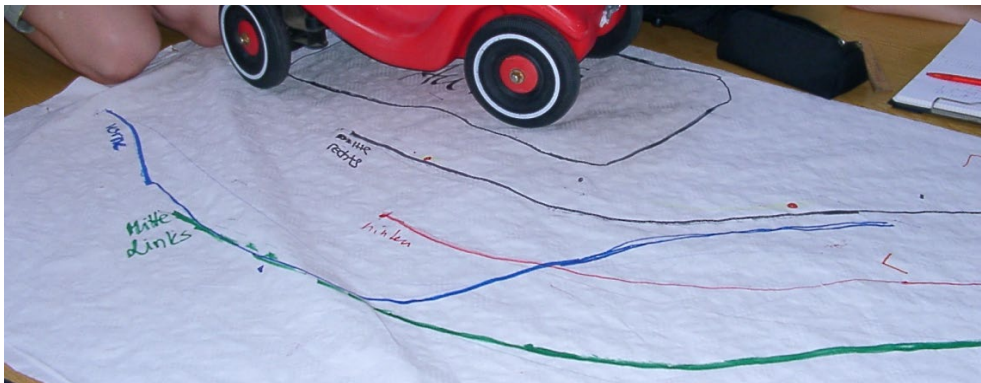




Erfahrungen (Daten) Sammeln



SAAB AUTOMOBILE (S)			
900 CABRIO			
Fahrzeug-Ident.-Nr.	YS3AC75D3M7021625 8		
OTTO/GKAT	51	6	Höchstgeschwindigkeit km/h
Leistung kW bei min. ⁻¹	K093/06000		
Hubraum cm ³	01985		
Nutz- oder Auftriegelast kg	---	10	Rauminhalt des Tanks m ³
Steh-/Liegeplätze	---	12	Sitzplätze einschl. Führerpl. u. Nots.
Maße über alles mm	L	04680	H 1400
Leergewicht kg	01290	5	Zul. Gesamtgewicht kg
			001780



Bobby-Car-Daten

- Länge: 0,55 m
- Wendekreisradius: 1,05 m

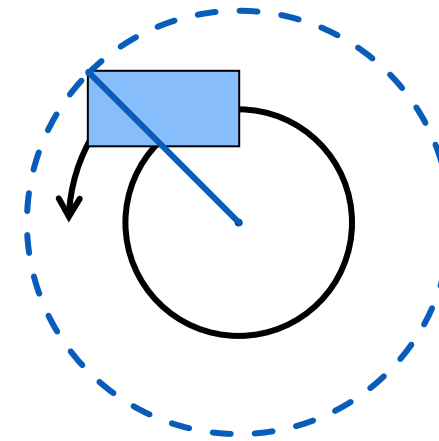
„Einparktaktik“ aus der Fahrschule

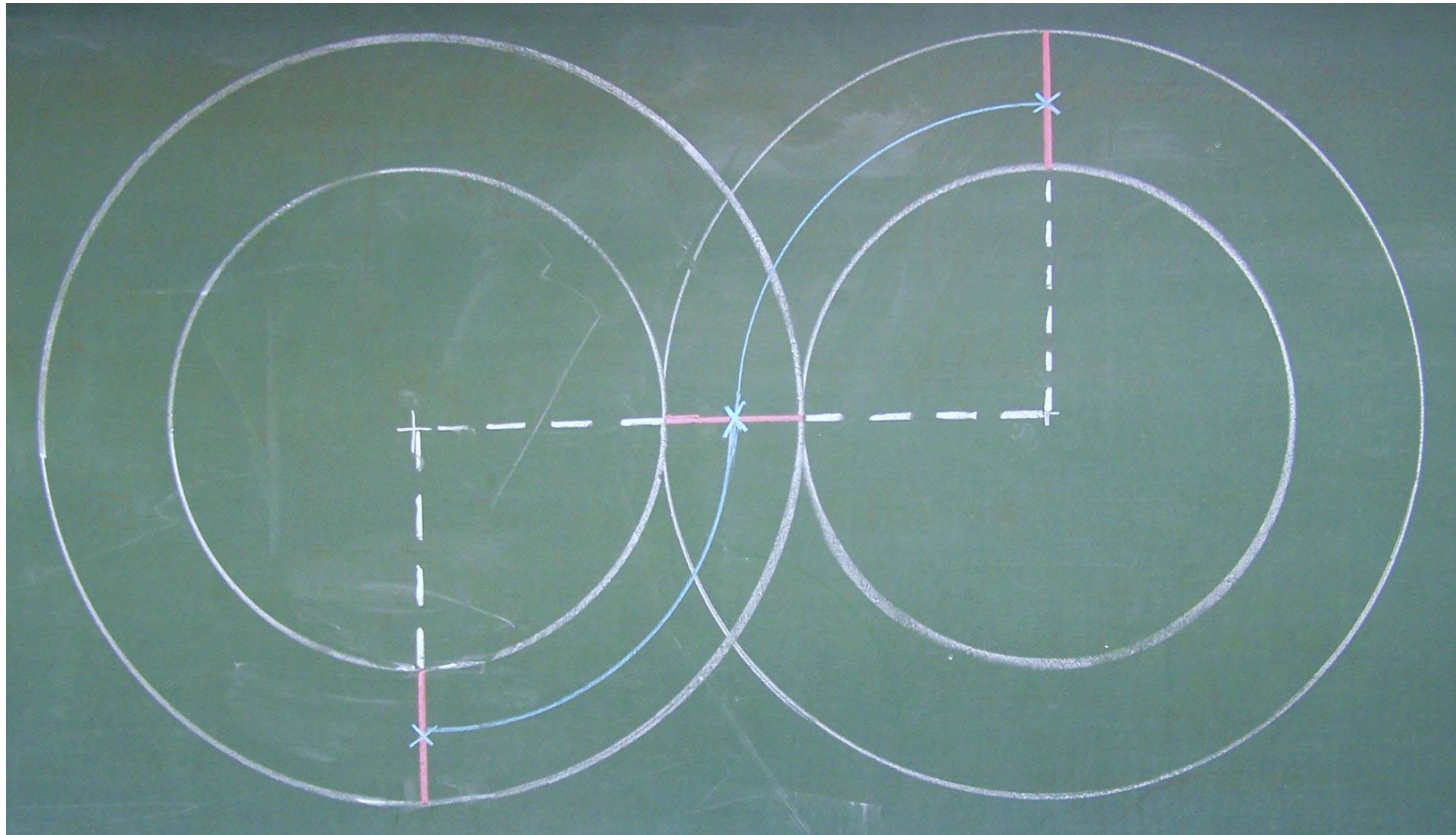
- geeignete Startposition
- Lenkrad voll nach rechts einschlagen
- bis zu einem bestimmten Punkt fahren
- stehen bleiben
- vollständig gegenlenken
- weiter fahren

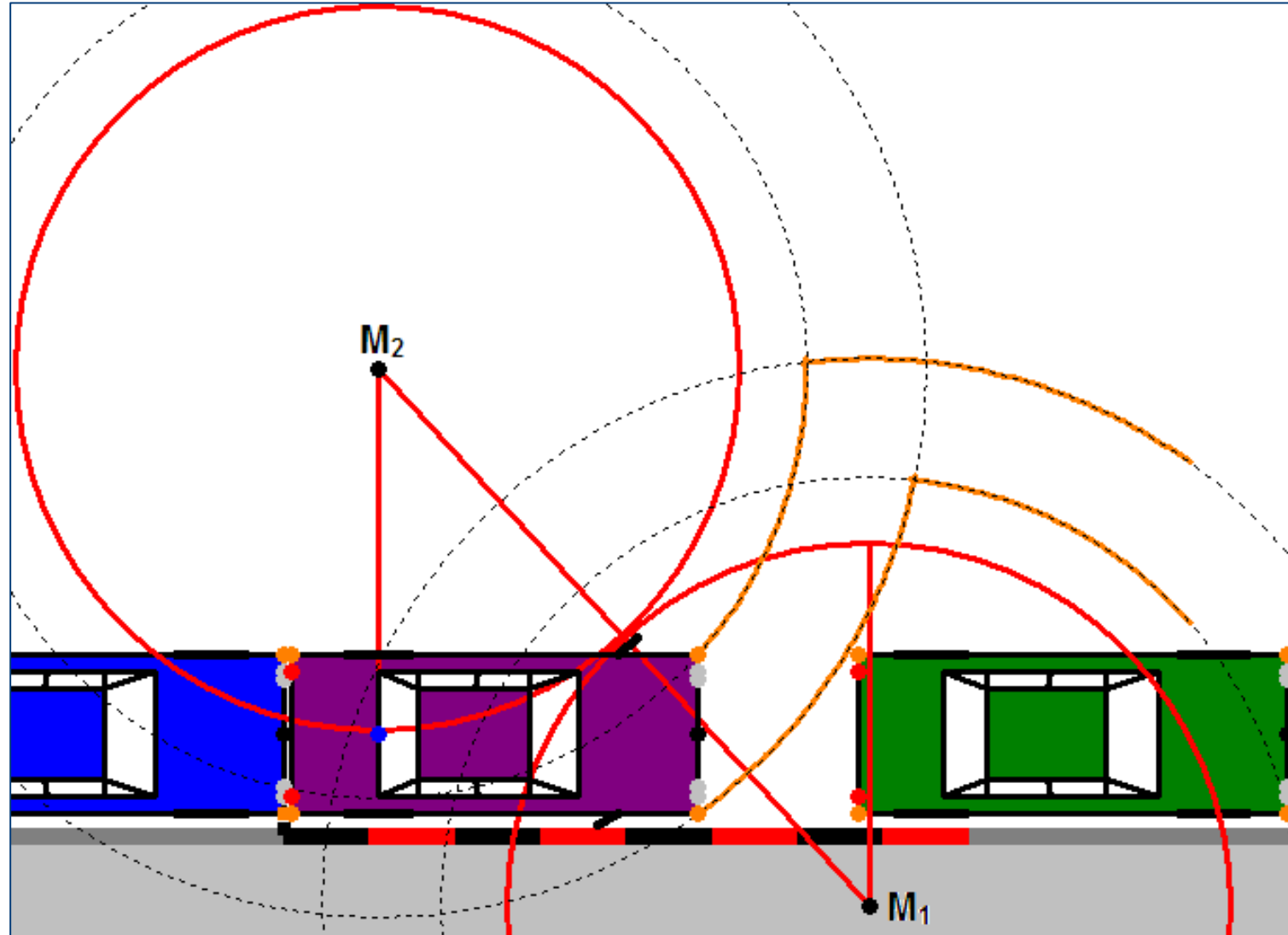
Ortslinien aufzeichnen

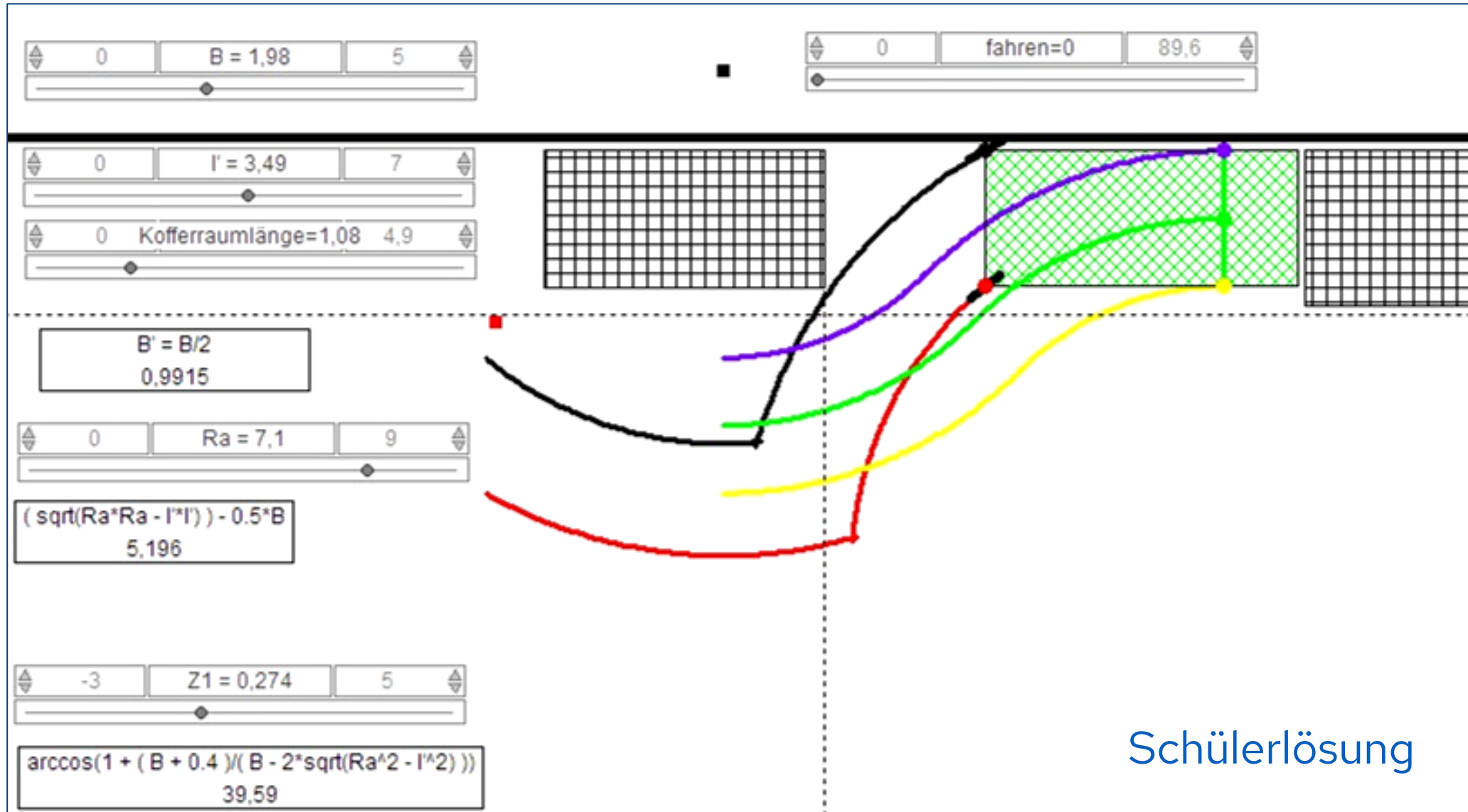


- Heck: „glatte“ Kurven
- Front: Ortslinien mit „Knick“



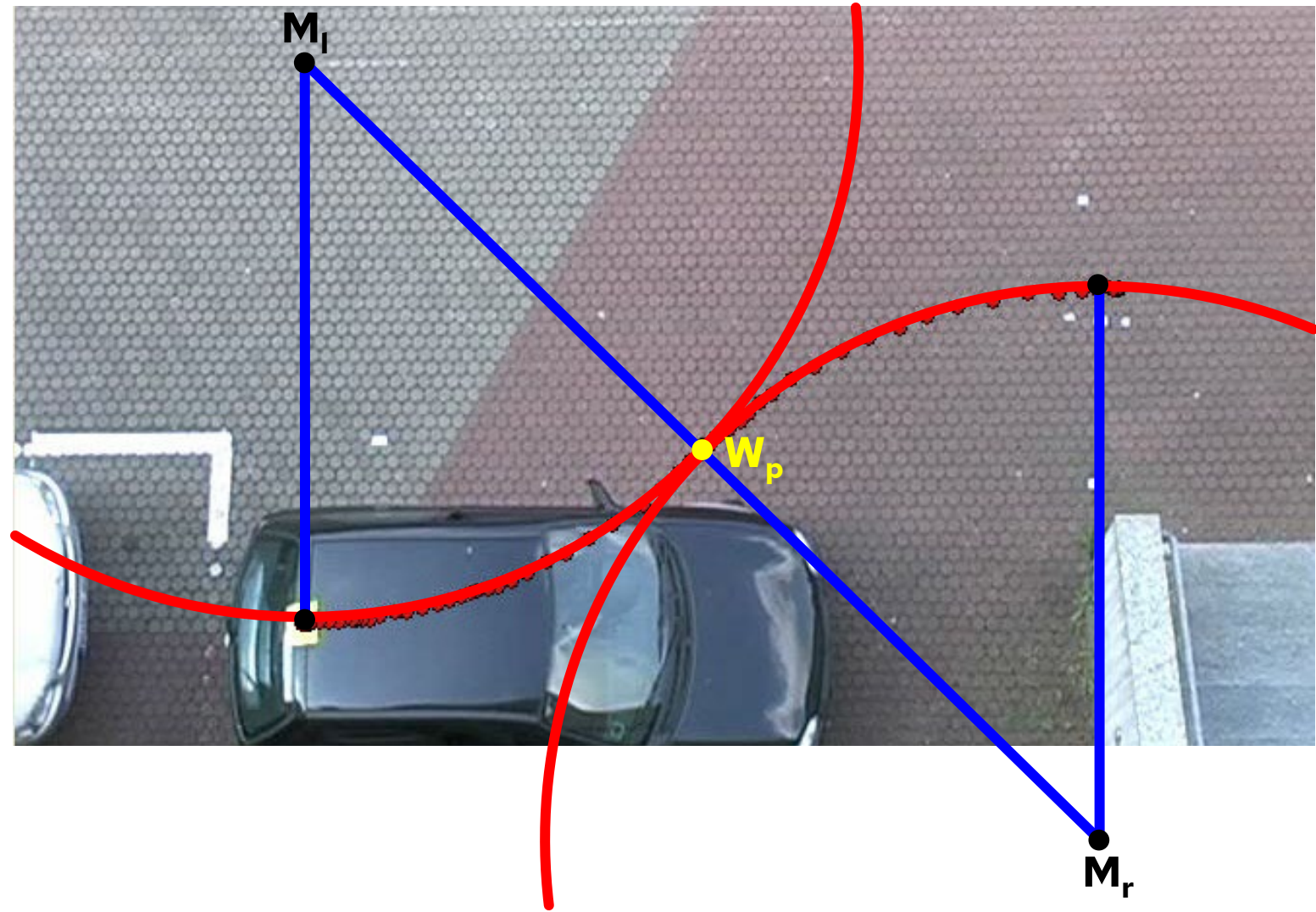
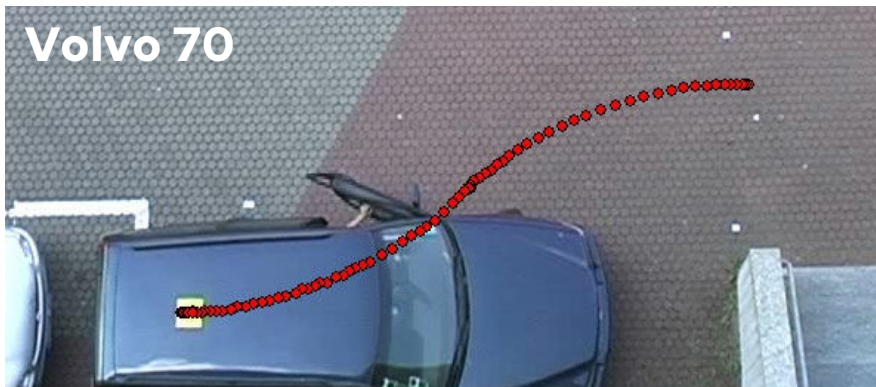
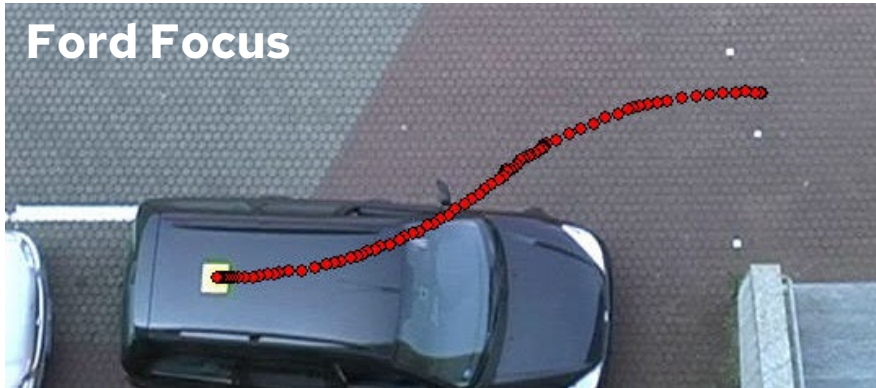
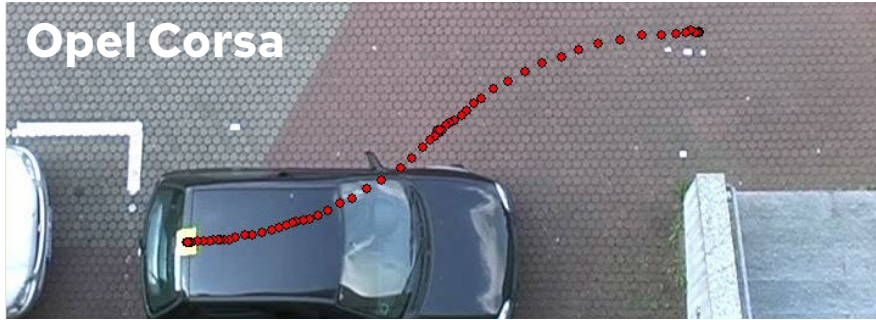


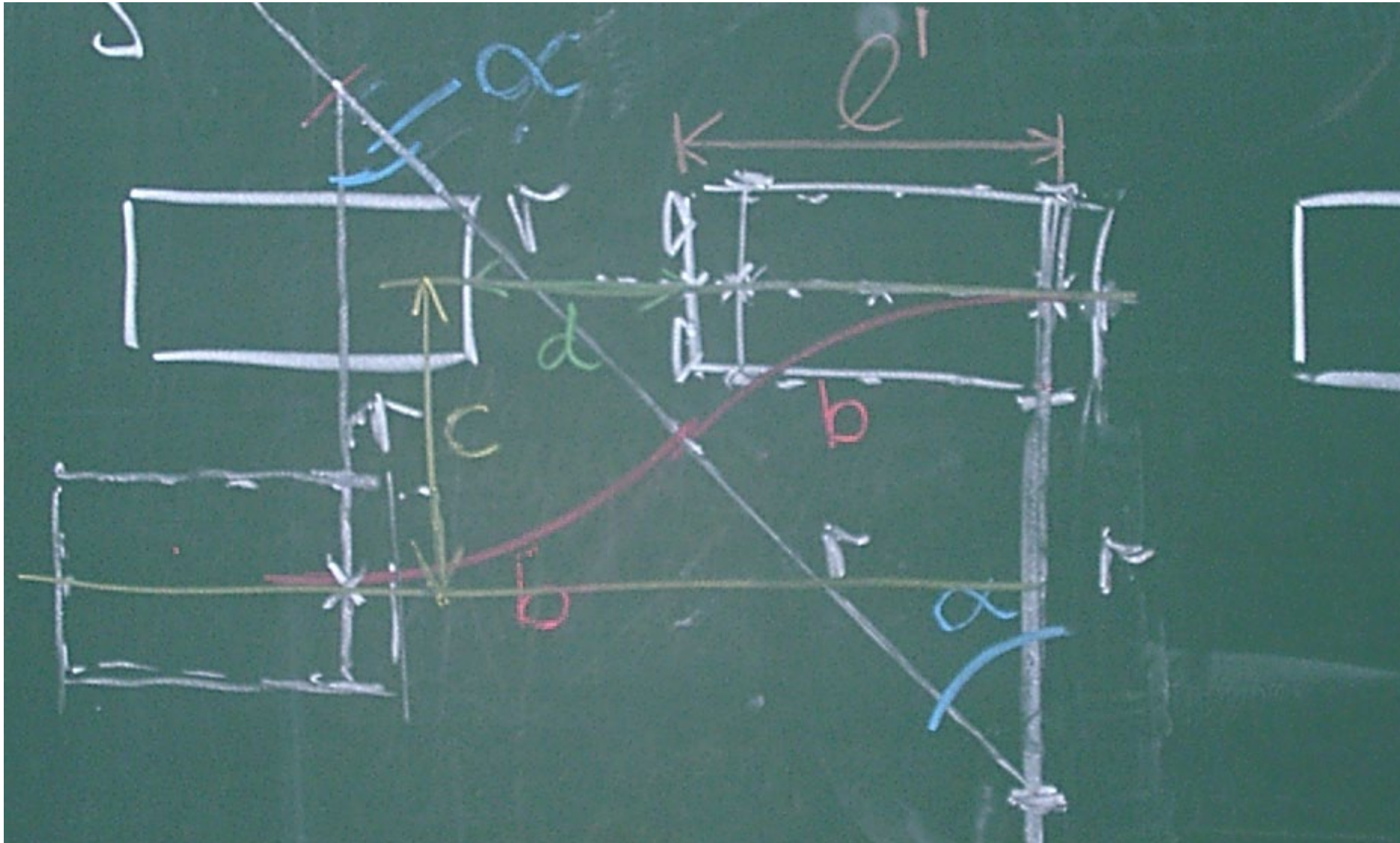






Ideen testen





$b = 2r\pi \cdot \frac{\alpha}{360^\circ} ; \alpha = 45^\circ \Rightarrow b = 2r\pi \cdot \frac{45^\circ}{360^\circ}$
 $b = 2r\pi \cdot \frac{1}{8} = \frac{1}{4} r\pi$

$\frac{1}{2}$
 $\frac{1}{2}$
 $2 \sin \alpha \cdot r$

①
 ②
 ③

$a = \sin 45^\circ \cdot r$
 $a = \sqrt{0.5} \cdot r$



3

Projektarbeit



Prozesse

- Zielsetzung
- Planung
- Ausführung
- Beurteilung

Merkmale

- Ausgangspunkt: Frage
- Schüleraktivität
- Kreativität / Spieltrieb
- Produktorientierung

Wie parkt man richtig ein?

vorwärts
rückwärts

keine andere
Auto berühren

richtige Kurve

auf
Spiegel
aufpassen

Rücksicht auf
den Verkehr
Zeitfrage?

Fahrschulregeln
• sinnvoll?
• abhängig von
Situation?

② Quer zur
Fahrtrichtung (FR)

① Längs zur FR

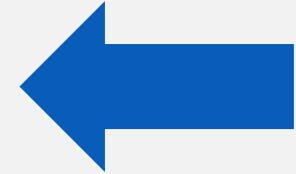
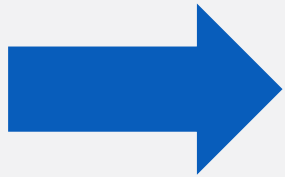
③ Schräg zur FR

Ziel:
Auto
parallel
zum
Bord-
stein

Abstände
der Autos

Seitwärts

Konzeption
eines
Parkplatzes



Daten

- Daten beschaffen
- Messungen durchführen



Bobby-Car

- Experimentieren am Realmodell



DGS

- dynamisch-geometrisch simulieren



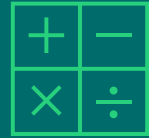
Video

- Realen Einparkvorgang filmen und analysieren



Formalisierung

- Gleichungen aufstellen und lösen



Programmierung

- Programm erstellen und optimieren



Projektbericht

- Verlaufsprotokoll erstellen
- Ergebnis dokumentieren



Präsentation

- Ergebnisse strukturieren
- Präsentation erstellen

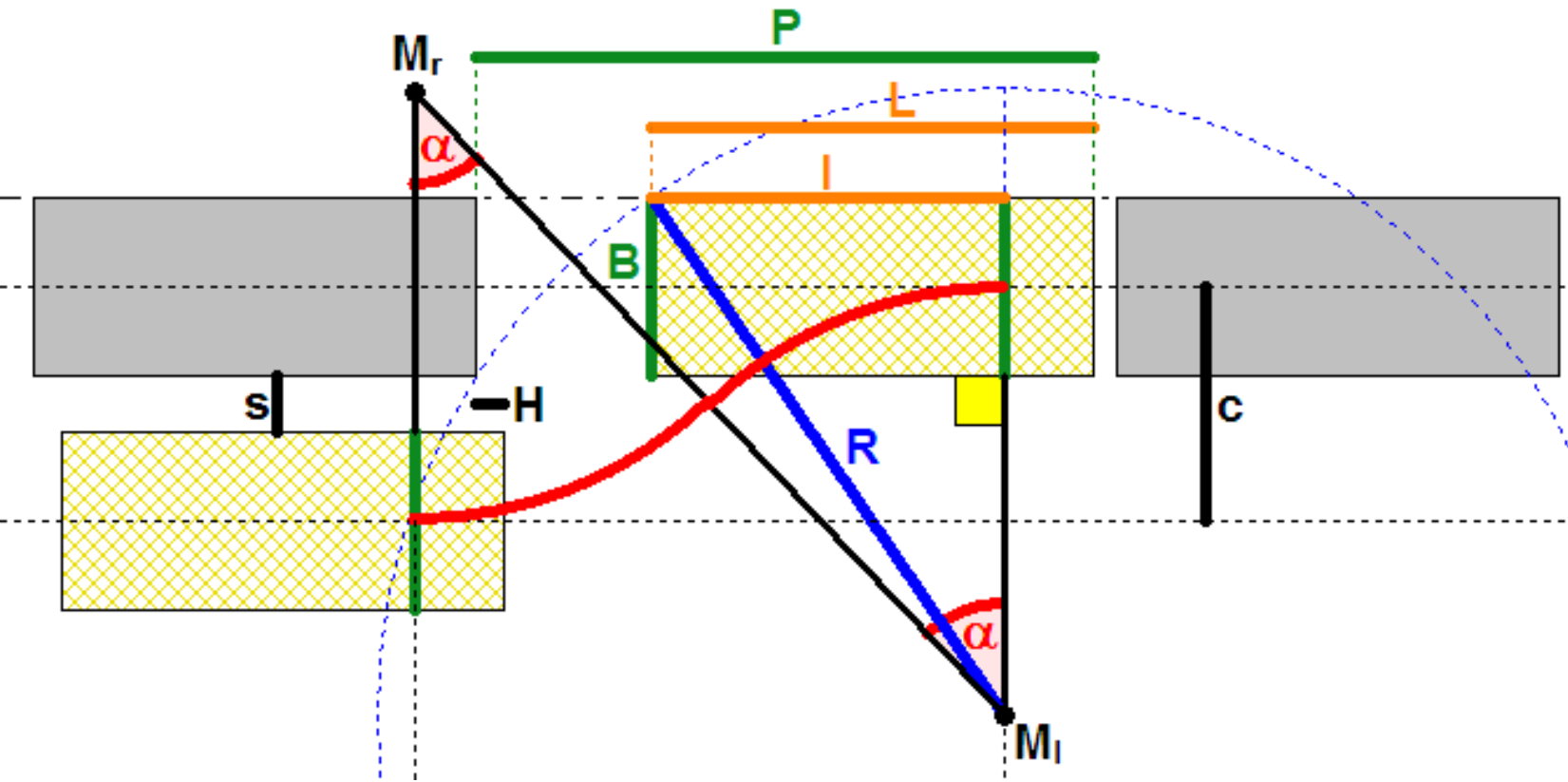




4

Ergebnisse





Bekannte Größen

- Breite B des Autos
- Länge L des Autos
- Abstand HA-Front I
- Wendekreisradius R
- seidl. Sicherheitsabstand s

Gesuchte Größen

- Mindestlänge P der Parklücke
- Mittelpunktswinkel α
- Abstand „Heck-Heck“ H

Einzelne Ergebnisse

Bekannt:

B, L, l, R, s

Gesucht:

P, α, H

Nebenrechnungen:

$$c = B + s$$

$$R^2 = l^2 + \left(r + \frac{B}{2}\right)^2 \Rightarrow r = \sqrt{R^2 - l^2} - \frac{B}{2}$$

$$(d + l)^2 = R^2 - \left(r - \frac{B}{2}\right)^2$$

Mittelpunktswinkel α

$$r \cdot \cos(\alpha) = r - \frac{c}{2} \quad | : r \quad | \arccos$$

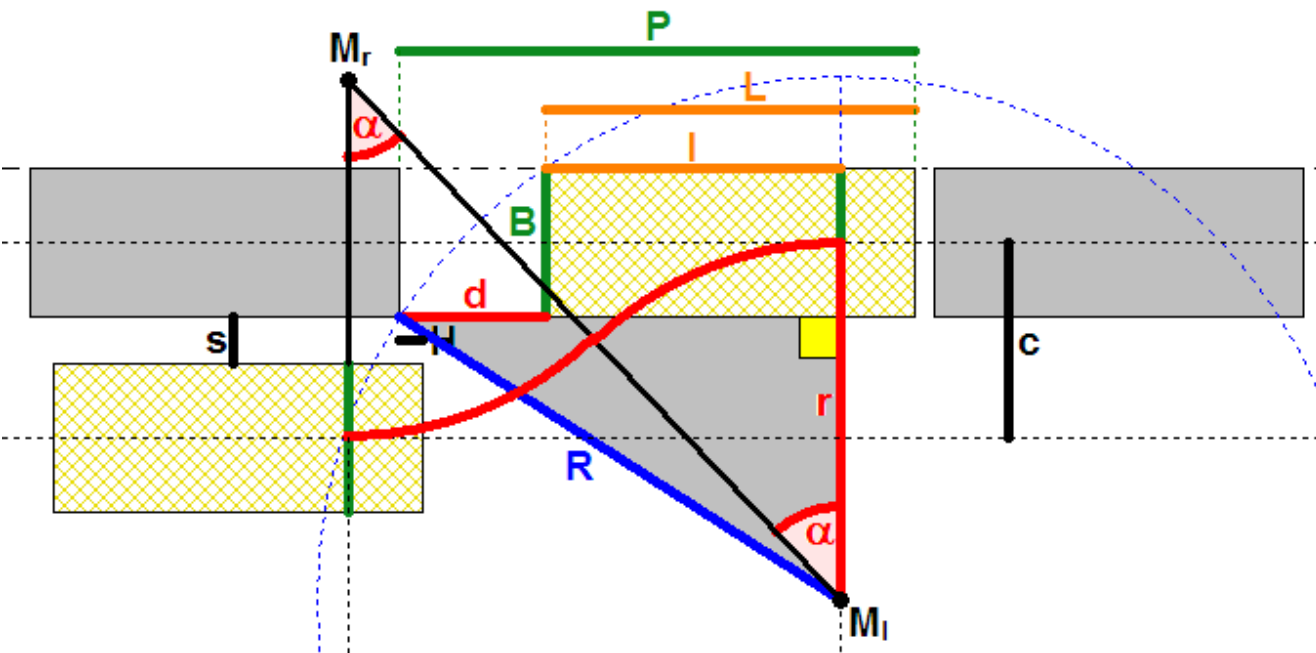
$$\Rightarrow \alpha = \arccos\left(1 - \frac{c}{2r}\right)$$

$$= \arccos\left(1 + \frac{B + s}{B - 2\sqrt{R^2 - l^2}}\right)$$

Mindestlänge P der Parklücke

$$P = d + L$$

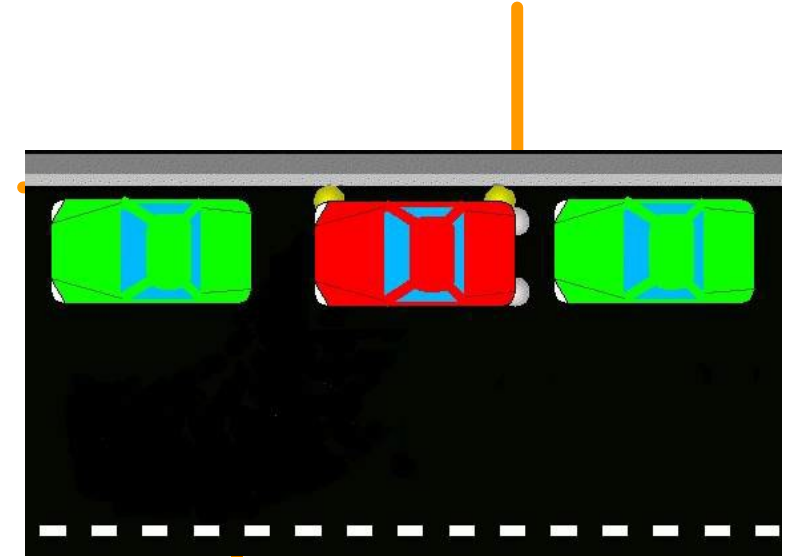
$$= \sqrt{l^2 + 2B\sqrt{R^2 - l^2} - B^2} - l + L$$



Programm: „Wie parkt man richtig ein?“

Bitte geben Sie die Daten Ihres Autos in das Formular ein und klicken Sie auf berechnen!

Breite des Autos	1998	mm
Länge des Autos	4454	mm
Abstand Hinterachse - Front	3498	mm
Wendekreisradius	5400	mm
Sicherheitsabstand zum nebenstehenden Fahrzeug	400	mm



So parken Sie richtig ein:

Die Parklücke für Ihr Auto muss eine Mindestlänge von **5.92 Meter** haben.

Beim Einparken müssen sie folgendes beachten: Fahren Sie im seitlichen Abstand von 0.4 Meter zum vor der Parklücke stehenden Auto an die Parklücke heran.

Fahren Sie so neben das Auto, dass das Heck Ihres Autos **1.01 Meter** hinter dem Heck des Autos zum stehen kommt.

Schlagen Sie das Lenkrad voll ein und fahren Sie rückwärts in die Parklücke, bis die rechte hintere Ecke Ihres Autos **0.83 Meter** von der rechten Kante des vor der Parklücke stehenden Autos entfernt ist bzw. der Winkel zwischen der Seite ihres Autos und der Bordsteinkante **52°** beträgt.

Halten Sie an, schlagen Sie das Lenkrad voll in die andere Richtung ein und fahren Sie weiter rückwärts, bis Sie in der Parklücke sind.



Möglichkeiten zur Weiterarbeit

Vergleich mit anderen Lösungen

- Herrmann, N. (2012). *Mathematik ist überall* (4. Aufl.). München: Oldenburg

Ansätze mit Robotern testen

- Roboter bauen (Sensoren) und programmieren

Andere Einparktechniken

- Kontinuierlicher Lenkradeinschlag
- Korrekturzüge

Einparkassistenten: Techn. Ansätze

- Müller, B. et al. (2007). Universelle Bahnplanung für das automatische Einparken. *Automobiltechnische Zeitschrift*, 109(1), 66-71

Andere Einparkrichtungen

- Quer zur Fahrtrichtung
- Schräg zur Fahrtrichtung

Facharbeiten

- Vielfältige Möglichkeiten zur Vertiefung

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

Prof. Dr. Jürgen Roth

Didaktik der Mathematik (Sekundarstufen)

RPTU

Rheinland-Pfälzische Technische Universität

Kaiserslautern-Landau

Fortstraße 7, 76829 Landau

j.roth@rptu.de

juergen-roth.de/einparken

dms.nuw.rptu.de



RPTU