

Kurvenfahrt (10./ 11. Klasse, Mechanik der Kreisbewegung)

Nördlich von Bremen führt eine Landstraße von Löhnhorst nach Schwanewede. Darin befindet sich eine Kurve, die als Teil eines Kreises mit einem Radius von $r = 60 \text{ m}$ beschrieben werden kann.

Im Gemeinderat wird jetzt darüber diskutiert, ob eine Geschwindigkeitsbegrenzung auf der Strecke sinnvoll ist. Zur Auswahl stehen:

1. Weiter freie Fahrt bei den üblichen $v_1 = 100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.
2. Eine Geschwindigkeitsbegrenzung von $v_2 = 70 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, $v_3 = 50 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ oder $v_4 = 20 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

- (a) Du bist als Gutachter bestellt worden! Gib dem Gemeinderat eine Empfehlung über die Geschwindigkeitsbegrenzung aus physikalischer Sicht! Gehe dazu davon aus, dass ein Kleinwagen die Masse von etwa $m = 700 \text{ kg}$ hat und immer mit der vollen Gewichtskraft auf die Straße drücken kann. Nimm die Kurvenfahrt als Teil einer gleichförmigen Kreisbewegung an! Du kennst außerdem aus einem Tabellenwerk die folgenden Haftreibungskoeffizienten:

Materialpaar	μ_H
Reifen - Asphalt (trocken)	0,8
Reifen - Asphalt (Starkregen)	0,5
Reifen - Eisfläche	0,1

- (b) Das Leben besteht nicht nur aus Physik. Nenne andere Argumente, die bei der Entscheidung über die Geschwindigkeitsbegrenzung eine Rolle spielen könnten!

Kurvenfahrt (Musterlösung)

- (a) Benötigt wird die Formel für die Zentripetalkraft bei einer gleichförmigen Kreisbewegung $F_Z = mv^2/r$. und die Formel für die Haftreibungskraft $F_H = \mu_H \cdot F_N = \mu_H mg$. Das Auto drückt ja nach Aufgabenstellung mit der vollen Gewichtskraft auf die Straße, d.h. die Normalkraft F_N entspricht der Gewichtskraft F_g . In diesem Fall stellt die Haftreibungskraft die Zentripetalkraft der Kreisbewegung dar, d.h. $F_Z = F_H$. Setzt man die beiden Formeln gleich und löst die Gleichung nach v auf, so ergibt sich der notwendige Zusammenhang: $v = \sqrt{\mu_H gr}$. Man kann nun für die drei Extremsituationen trockener Asphalt, Starkregen und Eis jeweils ausrechnen, wie schnell ein Auto sein kann, um die Kurve erfolgreich zu durchfahren. Dabei ergibt sich $v_{\text{trocken}}=78,1 \text{ km/h}$, sich $v_{\text{Starkregen}}=61,8 \text{ km/h}$ und sich $v_{\text{Eis}}=27,7 \text{ km/h}$. An dieser Stelle beginnt die Argumentation, da die Optionen 100 km/h, 70 km/h, 50 km/h und 20 km/h als Geschwindigkeitsbegrenzung zur Verfügung stehen. Doch muss man wirklich das ganze Jahr über eine Geschwindigkeitsbegrenzung von 20 km/h aufstellen, um den absoluten Ausnahmefall abzusichern, dass Autos bei völliger Vereisung die Kurve passieren können? Ist es bei diesem Extremfall nicht Pflicht jeder Autofahrerin/ jedes Autofahrers, seine Fahrweise entsprechend anzupassen? Soll man dann den Fall des Starkregens absichern und 50 km/h absichern? Die Schülerinnen und Schüler können hier zu unterschiedlichen Lösungen gelangen, wichtig ist, dass schlüssig argumentiert wird.
- (b) Weitere Argumente, die im Gemeinderat eine Rolle spielen können, sind z.B. Lärmschutz, Umweltschutz, evtl. Bedürfnisse von Anwohnern. Es ist hier auch möglich, eine Gemeinderatssitzung als Rollenspiel im Unterricht durchzuführen. Dies schult ebenso wie Aufgabe (a) die Bewertungskompetenz der Schülerinnen und Schüler.