Zum besseren Verständnis - Looping Bahn, S. 64

In folgendem Text wird die Einstiegsfrage beantwortet: „**Können nicht angeschnallte Personen bei voller Fahrt aus der Looping-Bahn fallen? Helfen hier die Schulterbügel? Warum fallen die Wagen nicht aus der Bahn?**“
Der Text wurde bereits leicht adaptiert, damit er einfacher verständlich wird. Es sind jedoch noch immer einige schwierige Fachwörter im Text, wie z. B.

Zentripetal-Kraft:_____

radial:_____

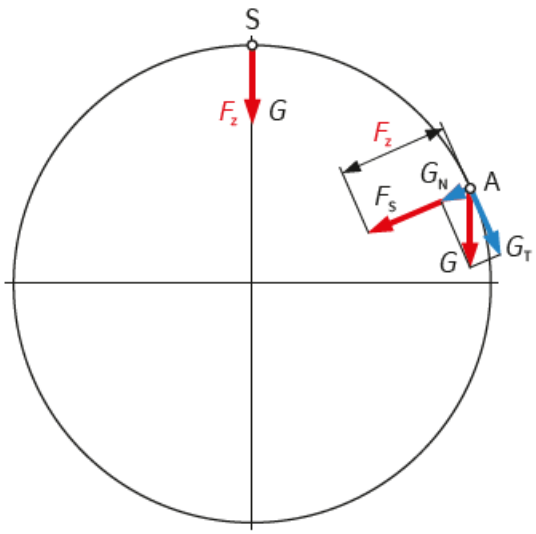
Tangential-Komponente:_____

Normal-Komponente:_____

Inertialsystem: _____

Recherchiere zu den Wörtern im Internet und versuche sie mit deinen eigenen Worten zu beschreiben. Lies dir danach den Text durch und markiere die Kernaussagen im Text.

Sieh dir auch die beiden Bilder an und versuche die Skizze mit Hilfe des Texts zu interpretieren. Erkläre die Skizze anschließend einer anderen Person.



64.1 Die Zentripetal-Kraft $F_Z = mv^2/r$ setzt sich aus Führungskraft F_S der Schiene und Normalkomponente G_N des Gewichts zusammen: $F_Z = G_N + F_S$.
Die Tangentialkomponente G_T des Gewichts ändert die Bahngeschwindigkeit v. Im Punkt A liefert die Schiene einen Beitrag zu F_Z, im Scheitel S reicht das Gewicht G, wenn $mv^2/r = G$.
Bild: Bernd Pavlik, Neusiedl am See

64.2 Wie schnell müssen die Wagen sein?
Bild: Rosifan19 / Getty Images - iStockphoto

© Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co. KG, Wien 2024. | www.oebv.at | Sexl Physik 5 RG | 978-3-209-13313-7
Alle Rechte vorbehalten. Von dieser Druckvorlage ist die Vervielfältigung für den eigenen Unterrichtsgebrauch gestattet.
Die Kopiergebühren sind abgegolten. Für Veränderungen durch Dritte übernimmt der Verlag keine Verantwortung.

Zur Vereinfachung des Problems betrachten wir nur einen Wagen der Looping-Bahn und nehmen an, dass die Bahn ein Kreis ist. Man vernachlässigt Reibung und Luftwiderstand.

Um eine Bewegung im Kreis mit einem Radius zu machen, muss eine Kraft auf das Objekt wirken. Diese Kraft heißt **Zentripetal-Kraft** und berechnet sich aus mv^2/r.

Die Schienen zwingen den Wagen in die Kurve, indem sie eine Kraft auf ihn ausüben. Diese Kraft nennt man Führungs-Kraft der Schienen oder F_S. Sie wirkt **radial** nach innen.

Die Führungskraft auf den Schienen variiert in verschiedenen Teilen der Kurve. Sie ist am höchsten Punkt S Null und am tiefsten Punkt am größten. Die Gewichtskraft G zerlegen wir wie bei der schiefen Ebene in 2 Komponenten:

- Die zur Schiene parallele **Tangential-Komponente** G_T ändert die Bahn-Geschwindigkeit.
- Die **Normal-Komponente** G_N belastet die Schiene im unteren Teil der Bahn. Im oberen Teil trägt sie zur Zentripetal-Kraft bei.

Um die Zentripetal-Kraft F_Z im oberen Teil der Bahn zu erzeugen, wirken zwei Kräfte: Die Führungskraft F_S der Schienen und die Normal-Komponente G_N der Gewichtskraft (64.1).

$$F_Z = \frac{m \cdot v^2}{r} = F_S + G_N$$

Die Geschwindigkeit des Wagens auf der Looping-Bahn ist am geringsten, wenn er den oberen Scheitel-Punkt S erreicht hat. Wenn am oberen Scheitelpunkt die Formel $m \cdot v^2/r = m \cdot g = G$ erfüllt ist, dann wird die Zentripetal-Kraft nur vom Gewicht G geliefert. In diesem Moment bewegt sich der Wagen mit seinen Passagieren um das Zentrum der Kreisbahn. Es ist ähnlich wie eine Raum-Station, die um die Erde kreist. Wagen und Passagiere „fallen“ gemeinsam, deshalb fallen die Passagiere nicht aus dem Wagen.

Die Passagiere sind gesichert, damit sie nicht aus dem Fahrzeug fallen können. Die Sicherung erfolgt mit Bügeln. Wenn die Geschwindigkeit zu niedrig wäre, würden Wagen und Passagiere die Kreisbahn in einer Wurf-Parabel verlassen. Das würde passieren, wenn $m \cdot v^2/r$ kleiner als $m \cdot g$ wäre. Außerdem umfasst das Fahrwerk die Schienen, damit der Wagen auch bei einem Defekt nicht abstürzen kann. Die schnelle Fahrt mit vielen Beschleunigungen auf der Looping-Bahn erhöht den Nervenkitzel.

Beim Einfahren in den Looping ist die Geschwindigkeit am höchsten und somit auch die Zentripetal-Kraft, die zum Zentrum der Bahn gerichtet ist. Wir haben die Fahrt aus der Sicht von Zuschauenden im **Inertialsystem** beschrieben, in dem die Stahl-Konstruktion der Looping-Bahn ruht.

Wie sieht es für die Passagiere selbst aus? Sie befinden sich nicht im Inertialsystem, ihr Bezugs-System ist der Wagen. Sie fühlen sich im unteren Teil des Loopings stärker in die Sitze gedrückt als im oberen Teil des Loopings. Man sagt, dass das Empfinden im unteren Teil durch die nach außen wirkende "Flieh-Kraft" verursacht wird. Im oberen Teil werden sie weniger in die Sitze gedrückt und erleben für einen Augenblick „Schwerelosigkeit“.

© Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co. KG, Wien 2024. | www.oebv.at | Sexl Physik 5 RG | 978-3-209-13313-7
Alle Rechte vorbehalten. Von dieser Druckvorlage ist die Vervielfältigung für den eigenen Unterrichtsgebrauch gestattet.
Die Kopiergebühren sind abgegolten. Für Veränderungen durch Dritte übernimmt der Verlag keine Verantwortung.