

## Kreisel oder Kreuzung? - Das ist hier die Frage!

### Datenerhebung im Straßenverkehr

### Lösungsvorschlag

*Hinweis: Bei den für diese Lösung verwendeten Daten handelt es sich um fiktive Angaben. Sie stellen lediglich einen Lösungsvorschlag dar. Je nach Lernort weichen die Ergebnisse ab.*

**A1** In der folgenden Tabelle sind die Daten für eine Straßenmündung festgehalten.

	Rechtsabbieger	Geradeausfahrer	Linksabbieger
Wartezeiten 1. Ampelzyklus [s]	43	62, 60, 58, 54, 46, 44, 39, 32, 25, 8, 4	-
Wartezeiten 2. Ampelzyklus [s]	69, 13, 10, 7	52, 50, 48, 37, 35, 32, 26, 14, 11, 9, 4, 2	8
Wartezeiten 3. Ampelzyklus [s]	61, 21	79, 77, 72, 59, 32, 19, 17, 7	4
Wartezeiten 4. Ampelzyklus [s]	28	67, 56, 51, 48, 34, 23, 17	-
Anzahl der Autos, die warten	8	38	2
Anzahl der Autos, die durchfahren	2	13	5
Anzahl der Autos insgesamt	10	51	7

**A2** Relative Häufigkeit dafür, dass ein Auto:

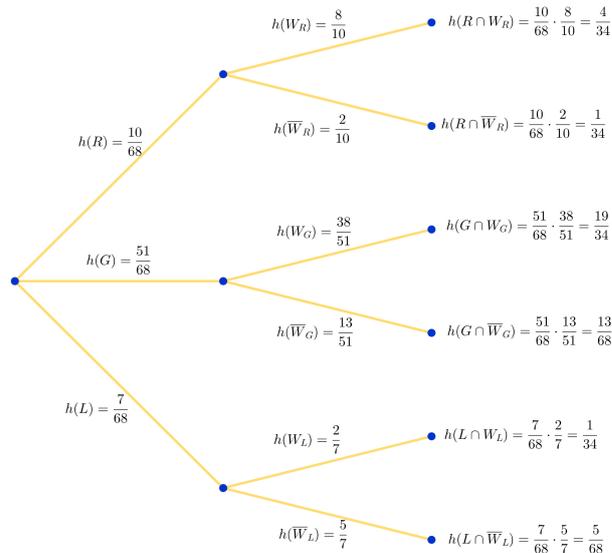
- rechts abbiegt:  $\frac{10}{68} \approx 0.147 = 14,7\%$
- geradeaus fährt:  $\frac{51}{68} = 0.75 = 75\%$
- links abbiegt:  $\frac{7}{68} \approx 0.103 = 10,3\%$

Durchschnittliche Wartezeit (jeweils in Sekunden) :

- Rechtsabbieger:  $\frac{43+69+13+10+7+61+21+18}{8} = 31,5$
- Geradeausfahrer:  $\frac{432+320+362+296}{38} \approx 37,1$
- Linksabbieger:  $\frac{8+4}{2} = 6$

Die durchschnittliche Wartezeit aller wartenden Autos ist die Summe aller Wartezeiten geteilt durch die Anzahl (48) der wartenden Autos. Man erhält in unserem Beispiel etwa 35 Sekunden.

**A3** Das Baumdiagramm kann wie folgt aussehen. Dabei steht  $L$  für Linksabbieger,  $R$  für Rechtsabbieger,  $G$  für Geradeausfahrer,  $\overline{W}$  dafür, dass gewartet werden muss und  $\overline{\overline{W}}$  dafür, dass nicht gewartet werden muss.



Die Wahrscheinlichkeit, dass ein links abbiegendes Auto warten muss, beträgt  $\frac{7}{68} \cdot \frac{2}{7} = \frac{1}{34}$ .

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein rechts abbiegendes Auto warten muss, beträgt:  $\frac{10}{68} \cdot \frac{8}{10} = \frac{4}{34}$ .

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein geradeaus fahrendes Auto nicht warten muss, beträgt:  $\frac{51}{68} \cdot \frac{13}{51} = \frac{13}{68}$ .

**B1** Insgesamt sind 25 Autos stehen geblieben und 28 konnten durchfahren, ohne stehen zu bleiben. Folgende Wartezeiten wurden erhoben: 3 s; 5 s; 5,8 s; 7 s; 9 s; 10,7 s; 11 s; 12,2 s; 7 s; 8,2 s; 9 s; 9,8 s; 11 s; 12 s; 16 s; 6,6 s; 7,3 s; 8,5 s; 9 s; 9,9 s; 11,4 s; 8,1 s; 9 s; 9,5 s; 9 s.

**C2** Die relative Häufigkeit, dass ein Auto warten muss ist  $h(W) = \frac{25}{53}$  und die durchschnittliche Wartezeit der wartenden Autos beträgt

$$\frac{1}{25} (3+5+5,8+7+9+10,7+11+12,2+7+8,2+9+9,8+11+12+16+6,6+7,3+8,5+9+9,9+11,4+8,1+9+9,5+9) = 9$$

Wenn ein Auto warten muss, wartet dieses also im Schnitt 9 Sekunden.

**C1** An der Ampelkreuzung beträgt der arithmetische Mittelwert der Wartezeit aller (auch der nicht wartenden) Autos  $\frac{1664 \text{ s}}{68} \approx 24,47 \text{ s}$ .

Im Kreisverkehr beträgt der arithmetische Mittelwert der Wartezeit aller (auch der nicht wartenden) Autos  $\frac{225 \text{ s}}{53} \approx 4,25 \text{ s}$ .

**C2** Die durchschnittliche Wartezeit pro Auto ist beim untersuchten Kreisverkehr mit ungefähr 4,25 Sekunden deutlich geringer als bei der Ampelkreuzung, wo ein Autofahrer im Schnitt 24,47 Sekunden warten muss. Betrachtet man ausschließlich diese Werte, ließe sich schlussfolgern, dass ein der Einsatz eines Kreisverkehrs deutliche Vorteile gegenüber einer Ampelkreuzung hat. Jedoch muss bei dieser Interpretation berücksichtigt werden, dass beide Verkehrsknotenpunkte unterschiedlich stark frequentiert sein können. Die geringere Wartezeit am Kreisverkehr kann zum Beispiel allein daraus resultieren, dass der Kreisverkehr weniger frequentiert ist.

Bei dem Vergleich beider Verkehrsknotenpunkte können zudem die unterschiedlichen durchschnittlichen Wartezeiten der Rechtsabbieger, Geradeausfahrer und Linksabbieger aus Teilaufgabe **A1** berücksichtigt werden. Wenn die Schülerinnen und Schüler herausfinden sollten, dass

die Linksabbieger in der Ampelkreuzung verhältnismäßig lange warten müssen, würde dies für den Einsatz eines Kreisverkehrs sprechen, in dem die Autofahrerinnen und Autofahrer unabhängig von ihrer Ausfahrtrichtung gleich lange warten müssen. Des Weiteren kann die Sicherheit von Fußgängerinnen und Fußgängern und anderen Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmern diskutiert werden.

**C3** Die folgenden Ausführungen sind wörtlich folgender Quelle entnommen:  
<https://www.kfzteile24.de/magazin/ratgeber/kreisverkehr-verhalten-regeln>

Folgende Vorteile des Kreisverkehrs können genannt und diskutiert werden:

- Statistisch gesehen zeichnen sich Kreisverkehre durch eine höhere Verkehrssicherheit aus. Sie sind in der Regel übersichtlich und die gefahrenen Geschwindigkeiten sind niedriger. Unfälle verlaufen daher meist glimpflicher.
- Da der Verkehr nicht gestoppt werden muss, ist die Durchlassgeschwindigkeit höher, d.h. mehr Fahrzeuge können den Verkehrsknotenpunkt pro Zeiteinheit passieren.
- Aus dem gleichen Grund sinkt die Umwelt- und Lärmbelastung, weil unnötiges Warten und Anfahren entfällt.
- Ein Kreisverkehr kann prinzipiell jede erdenkliche Kreuzung auch mit mehreren Straßen abbilden, ohne dass aufwendige und komplexe Steuerungstechnik notwendig wäre. Die Anzahl der sich kreuzenden Straßen bestimmt allerdings die Größe des Kreisels.
- Ist der Kreisverkehr richtig dimensioniert, lässt sich auch hohes Verkehrsaufkommen bei minimaler Stauentwicklung stämmen.
- Kreisverkehre sind bei ausreichender Größe auch für den Schwerverkehr geeignet. So können Kreisverkehre von Schwertransporten ohne Behinderungen auch für Wendemanöver genutzt werden, die an Ampelkreuzungen nicht möglich sind.

Als Nachteile des Kreisverkehrs können folgende Punkte diskutiert werden:

- Im Vergleich zu einer normalen Straßenverkehrskreuzung ist der Platzbedarf eines Kreisverkehrs wesentlich größer. So können bestehende Ampelkreuzungen auch häufig nicht in einen Kreisverkehr umgebaut werden.
- Zudem kann der Kreisverkehr eine Gefahr für Radfahrer und Fußgänger darstellen. Um Konfliktsituationen zu vermeiden und die Verkehrssicherheit zu verbessern, werden Radwege daher häufig vor dem Kreisverkehr beendet und in den normalen Verkehrsfluss eingliedert.
- Vor allem bei stark frequentierten Kreisverkehren kann sich ein höheres Unfallrisiko ergeben. Oft bilden sich lange Rückstaus an den Einfahrten, wodurch es aus Zeitdruck oder Ungeduld nicht selten zu einer Fehleinschätzung seitens der Autofahrer kommt. Kleine Lücken werden aggressiv genutzt und es kann zur Kollision kommen. Um dem entgegenzuwirken, wird die Einfahrt bei einigen Kreisverkehren mit Ampeln geregelt.
- Obwohl das Verhalten im Kreisverkehr genau in der Straßenverkehrsordnung festgelegt ist, kommt es immer noch zu Fehlverhalten. Insbesondere die Vorfahrtsregeln und die Regelungen zum Blinken stellen Autofahrer regelmäßig vor Probleme.

## Didaktischer Kommentar

Dieser Mathematische Spaziergang richtet sich an Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe 1 und beinhaltet Aufgaben aus dem Themenfeld Stochastik. Benötigt werden lediglich Schreibmaterial, ein Taschenrechner sowie eine Stoppuhr. Die Daten, die zur Lösung der Aufgaben notwendig sind, müssen an zwei verschiedenen Lernorten erhoben werden: an einer Ampelkreuzung und an einem Kreisverkehr. Es bietet sich an, einen Ort aufzusuchen, an dem beide Verkehrsknotenpunkte nicht weit voneinander entfernt liegen. Falls genügend Aufsichtspersonen vor Ort sind, kann die Klasse auch aufgeteilt werden, sodass ein Teil zunächst Aufgabenteil **A** an der Ampelkreuzung und der andere Teil der Klasse zunächst Aufgabenteil **B** am Kreisverkehr bearbeitet, bevor die Lernorte getauscht werden. Falls vor Ort nicht mehr genügend Zeit bleiben sollte, kann Aufgabenteil **C** auch nach Rückkehr in den Klassenraum bearbeitet werden. Während des mathematischen Spazierganges sollen die Schülerinnen und Schüler die durchschnittlichen Wartezeiten an einer Ampelkreuzung und an einem Kreisverkehr ermitteln und diese miteinander vergleichen. Daraus sollen sie Rückschlüsse ziehen, ob Kreisverkehre vorteilhafter als Ampelkreuzungen sind. Dazu werden zunächst die relevanten Daten erhoben, relative Häufigkeiten berechnet und anschließend Wahrscheinlichkeiten für einfache Ereignisse mithilfe eines Baumdiagrammes berechnet. All diese Themen sollten den Lernenden aus dem vorherigen Mathematikunterricht bekannt sein.

Dieser Mathematische Spaziergang kann sehr gut im fächerübergreifenden Unterricht behandelt werden. Neben den mathematischen Inhalten wird über Möglichkeiten der Verkehrs- und Mobilitätsplanung diskutiert, was beispielsweise Inhalt des Unterrichtsfaches Sozialwissenschaften sein kann.