

# Turbo-Kreisverkehr in Baden-Baden – Teil 2: Verkehrs- und sicherheitstechnische Untersuchung

Werner Brilon und Jochen Harding

Der Teil 2 des Berichts zum Thema „Turbinenartiger Kreisverkehrsplatz in Baden-Baden“ fasst die verkehrs- und sicherheitstechnischen Erfahrungen zusammen, die an der Anlage seit der Inbetriebnahme gesammelt wurden. Grundsätzlich kann als Ergebnis der Untersuchung festgehalten werden, dass sich der Kreisverkehr bewährt hat. Die Erwartungshaltung hinsichtlich der Leistungsfähigkeit bestätigt sich. Auch die Untersuchung der Verkehrssicherheit ergibt keine generellen Bedenken gegen diese Knotenpunktform. Insgesamt steht somit für Einsatzbedingungen, wie sie in Baden-Baden vorliegen, eine leistungsfähige und im Vergleich zu anderen Anlagen nicht als unsicher zu bezeichnende Ausbauf orm für Kreisverkehrsplätze zur Verfügung.

Part 2 of the paper outlining the experience with the first Turbo-Roundabout in Germany (Baden-Baden) summarises the results from the operational and safety analysis that was conducted for the first 18 months of operation since May 2006. Overall it can be stated that the roundabout proved to be a success. The analysis confirmed the expectations in terms of capacity and traffic operation. Also, the safety record of the intersection reveals no fundamental drawbacks. Thus, the new roundabout design represents a valuable alternative for operational conditions as they can be found in Baden-Baden with high capacity and an acceptable safety level.

Verfasserschriften:  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. W. Brilon,  
verkehrsweisen@rub.de,  
Dr.-Ing. J. Harding,  
jochen.harding@rub.de,  
Ruhr-Universität Bochum,  
Lehrstuhl für Verkehrs-  
wesen, 44780 Bochum

## 1 Einleitung

Wie in dem vorausgegangenen Teil 1 des Berichts über den turbinenartigen Kreisverkehr in Baden-Baden (Clausen 2008) beschrieben wurde, sollte eine ehemals von den französischen Streitkräften genutzte Konversionsfläche in Baden-Baden zwischen dem Stadtzentrum im Osten und der BAB A 5 im Westen an die vierstreifig ausgebaute Bundesstraße B 500 angeschlossen werden. Die Stadt Baden-Baden priorisierte nicht zuletzt auch aus städtebaulicher Sicht die Ausbauf orm eines plangleichen Kreisverkehrs. Aufgrund der eindeutig dominierenden Verkehrsströme der in Ost-West-Richtung verlaufenden B 500 wäre ein Kreisverkehr mit einstreifigen Ausfahrten jedoch nicht ausreichend leistungsfähig. Daraufhin wurde ein für Deutschland neuartiges Konzept eines Kreisverkehrs mit einer wechselnden Anzahl von Fahrstreifen im Kreis und einer turbinenartigen Markierung entwickelt (Brilon 2003). Eine entscheidende Rahmenbedingung ist, dass Fußgänger und Radfahrer an dem Kreisverkehrsplatz so-

Der Teil 1 ist im Heft 4/2008 dieser Zeitschrift erschienen und hat die Planung und den Bau des Turbo-Kreisverkehrs beschrieben

wohl verkehrsrechtlich als auch durch das Planungskonzept des gesamten Umfelds wirkungsvoll von dem Straßenknotenpunkt ferngehalten werden.

Aufbauend auf diesem Konzept wurde der Kreisverkehrsplatz am Knotenpunkt B 500/Rotweg realisiert und am 17. Mai 2006 für den Verkehr freigegeben (vergleiche Clausen 2008). Über den Kreisverkehr wird das am 16. November 2006 eröffnete Fachmarktzentrum mit ca. 20.000 m<sup>2</sup> Verkaufsfläche und das derzeit noch in der Entstehung befindliche Wohngebiet „Cité“ an die B 500 angeschlossen (Bild 1). Anders als bei einem Spiral-Kreisel (wie zum Beispiel an dem Äskulap-Kreisel in Tuttlingen) erfolgt die Addition der Fahrstreifen an zweistreifigen Einfahrten bei der hier untersuchten Anlage stumpf auf der Innenseite des Kreises. Die Trassierung entwickelt sich bei dieser Abwandlung also von der Einfahrt her. Der Entwurf umfasst weiterhin auch zweistreifige Ausfahrten, bei denen der rechte Fahrstreifen zwingend in die Ausfahrt führt. Entscheidende Merkmale einer solchen Verkehrsführung sind, dass durch die Vorsortierung die richtige Ausfahrt leicht erreicht wird und dass bei Beachtung der Fahrbahnmarkierung Konflikte an den zweistreifigen Ausfahrten vermieden werden. Die Fahrer

können und sollen bereits in der Einfahrt den Fahrstreifen wählen, der zu der gewünschten Ausfahrt führt. Fahrstreifenwechsel im Kreis sind nicht erforderlich (außer für wendende Fahrzeuge). Dazu werden die Verkehrsteilnehmer in den zweistreifigen Zufahrten durch die Wegweisung bereits auf die beiden Fahrstreifen vorsortiert. Dieses Konzept verspricht eine höhere Bereitschaft der Fahrer, beide Fahrstreifen in den Ein- und Ausfahrten zu nutzen, was im Vergleich zu anderen mehrstreifig befahrbaren Kreisverkehren in Deutschland eine effektivere und sicherere Ausnutzung der möglichen Kapazitäten zur Folge hätte.

Erste Hinweise zur Verkehrssicherheit und Leistungsfähigkeit eines solchen Kreisverkehrs mit turbinenartiger Markierung liefern Berichte aus den Niederlanden, wo unabhängig von dem von Brilon (2003) entwickelten Konzept nahezu zeitgleich vergleichbare Anlagen entworfen und getestet wurden. Dort sind die Entwicklungen seitdem rasant vorangeschritten, so dass inzwischen Erfahrungen für mehr als 50 Anlagen dieser Art vorliegen (Fortuijn 2007). Eine Besonderheit der niederländischen Anlagen ist der systematische Einsatz von ca. 10 cm hohen Borden zur Trennung der Fahrstreifen. Die vor-

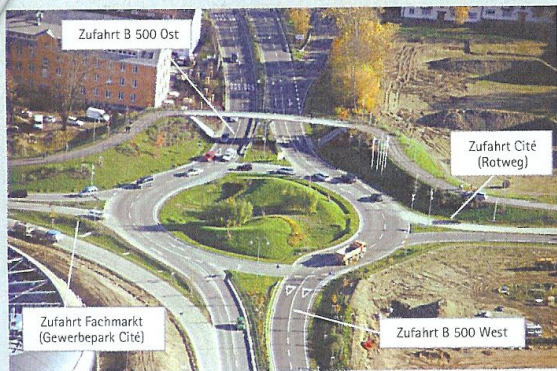


Bild 1: Luftbild des Kreisverkehrsplatzes (Blickrichtung Nord)

liegenden Dokumentationen (Hansen, Fortuijn 2006; Fortuijn 2007) sowie Besichtigungen und Gespräche mit Experten in den Niederlanden belegen, dass diese Sonderform der Kreisverkehrsplätze sowohl von der Sicherheit als auch von dem Leistungsvermögen her als positiv bewertet wird.

In Deutschland liegen dahingegen noch keine Erfahrungen mit derartigen Anlagen vor. Somit hat die Realisierung dieses Konzepts in Baden-Baden Experimentalcharakter. Nachfolgend werden die Ergebnisse der Verkehrsuntersuchung (Brilon, Harding 2007) zusammengefasst, die im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung seit der Inbetriebnahme gesammelt wurden.

## 2 Verkehrsablauf

### Methodik

Die Bewertung des Verkehrsablaufs stützt sich auf insgesamt zwei mehrtägige Video-beobachtungen. Die erste Beobachtung wurde im Juni 2006 etwa einen Monat nach der Freigabe des Kreisverkehrs durchgeführt. Die zweite Beobachtung erfolgte im Januar 2007 – ca. zwei Monate nach der Eröffnung des benachbarten großen Einkaufszentrums (Fachmarktzentrum). Erst danach waren die Zufahrten, die quer zur B 500 verlaufen, nennenswert belastet. Die Aufzeichnung des Verkehrsablaufs erfolgte während der morgendlichen und nachmittäglichen Spitzenstunden über eine Zeitdauer von jeweils drei Stunden mit jeweils vier Videokameras. Zusätzlich zu den Videoaufzeichnungen wurde das Geschwindigkeitsverhalten der Kraftfahrer mit Hilfe eines lasergestützten Messgerätes in einer der Zufahrten jeweils stichprobenartig untersucht. Bei der Auswertung der Videoaufzeich-

Straße und Autobahn 5.2008

# BORNIT®



## BORNIT®-Nahtflex

**BORNITtools** „Flexomat“

- kalt zu verarbeiten, standfest ohne Füllstoffe, kein Abrutschen an der Nahtflanke
- rückstellelastisch und rissüberbrückend durch hohen Polymeranteil
- dauerhafte Nahtausbildung gemäß M SNAR
- umweltschonend, lösemittelfrei aber frostbeständig und bis -5°C einsetzbar

1868 - 2008

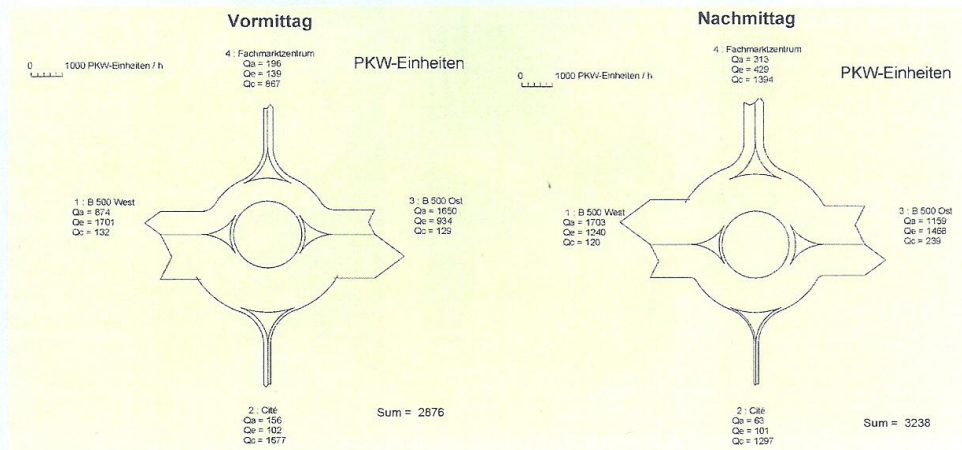
140 Jahre  
BORNIT®

E-mail: info@bornit.de; Internet: www.bornit.de; Tel.: +49 (0) 375 / 27 95 - 0; Fax: +49 (0) 375 / 27 95 - 150



**BORNIT®** Die starke Marke für den Bau

Bild 2: Belastung des Kreisverkehrsplatzes in den Spitzenstunden



nungen im Labor wurden zunächst für jede Abbiegebeziehung die Verkehrsstärken aller Fahrzeuggruppen in 5-Minuten-Intervallen ermittelt. Ausgehend von diesen Daten konnten dann die Belastung in den jeweiligen Spitzenstunden und die Fahrstreifenaufteilung in den zweistreifigen Zu- und Ausfahrten abgeleitet werden. Darüber hinaus wurden die Videodaten für die Bestimmung von Auffälligkeiten beim Verkehrsablauf (z.B. Beachtung der Markierung und Konflikte bei der Beachtung der Vorfahrt) verwendet. Mit wissenschaftlichen Methoden wurden auch die Grenz- und Folgezeitlücken bestimmt, welche die Grundlage für die Berechnung der Kapazität der Anlage bilden.

## 2.2 Verkehrsbelastung

Die höchsten Verkehrsstärken wurden – wie erwartet – bei der Messung im Januar 2007 und somit nach der Eröffnung des Fachmarktzentrums beobachtet. Nach der Umrechnung der Verkehrsstärken in Pkw-Einheiten gemäß dem Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (FGSV 2001, Tabelle 7-2) ergeben sich maximale Verkehrsstärken von 2.876 Pkw-E/h (vormittags) und 3.238 Pkw-E/h (nachmittags). Die in den Zu- und Ausfahrten gemessenen Verkehrsstärken sind im Bild 2 dargestellt. Bei der Betrachtung des Bildes wird deutlich, dass der Verkehr auf der Ost-

West-Achse (B 500) deutlich dominiert, während die Querbeziehungen nur sehr geringe Verkehrsstärken aufweisen. Der Verkehr in den Morgenstunden ist dabei mit einem Anteil von ca. 54 % überwiegend stadteinwärts gerichtet. Der Geradeausverkehr in der Gegenrichtung (B 500 in Richtung Autobahn) macht in der morgendlichen Spitzenstunde ca. 30 % aus. Am Nachmittag dominiert der Geradeausverkehr auf der Ost-West-Achse in Richtung Autobahn mit einem Gesamtanteil von ca. 41 %. Der stadteinwärts gerichtete Verkehr in der Gegenrichtung der B 500 macht am Nachmittag ca. 33 % aus. Demnach sind die Unterschiede zwischen den beiden Fahrrichtungen der B 500 am Nachmittag nicht so groß wie in der morgendlichen Spitzenstunde.

## 2.3 Verteilung des Verkehrs in den zweistreifigen Zu- und Ausfahrten

Die Aufteilung des Verkehrs in den zweistreifigen Zu- und Ausfahrten ist eine entscheidende Kenngröße für die Bewertung der Verkehrsqualität. Grundsätzlich gilt dabei, dass die Kapazität umso höher ist, je gleichmäßiger sich der Verkehr auf die beiden Fahrstreifen aufteilt. Es zeigt sich, dass in der Zufahrt B 500 West von der Autobahn kommend im Mittel ca. 76 % der Verkehrsteilnehmer auf dem rechten Fahrstreifen einfahren. An der gegenüberliegenden Ausfahrt (B 500

Richtung Baden-Baden) wurde eine vergleichbare Fahrstreifenaufteilung beobachtet: etwa 77 % fahren auf dem rechten Fahrstreifen aus. In der Gegenrichtung (B 500 Ost, aus Richtung Stadtzentrum) zeigt sich eine unter dem Aspekt des Verkehrsablaufs als günstig einzuschätzende Aufteilung von 61 zu 39 % zugunsten des rechten Fahrstreifens. Auch in der entsprechenden Ausfahrt in Fahrtrichtung Autobahn beträgt der Anteil der Fahrzeuge auf dem rechten Fahrstreifen im Mittel ca. 60 % (Tabelle 1).

Die beobachteten Unterschiede bei der Benutzung des linken Fahrstreifens beim Ein- und Ausfahren lassen sich zum Teil aus den Randbedingungen auf den Vorlaufstrecken ableiten. So ist die B 500 aus Fahrtrichtung Autobahn durchgängig mit zweistreifigen Richtungsfahrbahnen ausgebaut, die durch eine Schutzplanke baulich voneinander getrennt sind. In der Gegenrichtung hingegen wird an der B 500, die in diesem Bereich noch von dem städtischen Umfeld geprägt ist, erst etwa 600 m vor dem Kreisverkehr nach rechts ein Fahrstreifen addiert. Auf dem zweistreifigen Teilstück bis zum Kreisverkehr wird dem Rechtsfahrgebot offenbar allgemein weniger Beachtung zugemessen.

Neben den Eigenschaften der Zulaufstrecken hängt die Fahrstreifenaufteilung aber auch von der Wahrscheinlichkeit eines Rückstaus auf dem rechten Fahrstreifen ab. Die Untersuchungsergebnisse sprechen dafür, dass die Fahrzeugführer bei einer höheren Auslastung des rechten Fahrstreifens und einem daraus resultierenden Rückstau eher gewillt sind, auch den linken Fahrstreifen zu benutzen. Dadurch wird eine gleichmäßigere Auslastung der

Tabelle 1: Verteilung des Verkehrs auf der B 500 nach Fahrstreifen

	B 500 West (aus Richtung Autobahn)		B 500 Ost (aus Richtung Stadtzentrum)	
	Links	Rechts	Links	Rechts
Einfahrt	24 %	76 %	39 %	61 %
Ausfahrt	23 %	77 %	40 %	60 %

beiden Fahrstreifen erreicht, was zu einer höheren Leistungsfähigkeit der Anlage beiträgt.

Ganz generell wird die Fahrstreifenaufteilung an einem turbinenartigen Kreisel natürlich auch von den Stärken der Abbiegeströme beeinflusst. In dem Beispiel Baden-Baden sind diese Abbiegeströme jedoch äußerst schwach belastet. Insofern wird das hier gefundene Ergebnis zur Fahrstreifenaufteilung im Wesentlichen von der Bereitschaft der Geradeausfahrer (B 500) geprägt, den linken Fahrstreifen zu wählen.

#### 2.4 Beachtung der Markierung

Bei der Konzeption des Kreisverkehrsplatzes wurden Bedenken geäußert, dass die Verkehrsteilnehmer in den Bereichen der zweistreifigen Ausfahrten die durchgehende Markierung (Z. 295 StVO) nicht in ausreichendem Maße beachten würden. Aus einem solchen Fehlverhalten könnten Verkehrskonflikte und Unfälle resultieren. Um diesem Fehlverhalten mit moderaten Mitteln entgegen zu wirken, wurde in den relevanten Bereichen eine profilierte Markierung verwendet. Anhand der Videoaufzeichnungen des Verkehrsablaufs wurde überprüft, inwiefern sich die Verkehrsteilnehmer an die Vorgaben der Kreismarkierung halten, beziehungsweise wie groß die Überfahrrate ist.

Bei der Auswertung wurden als „Überfahren“ alle Fahrmanöver gewertet, bei denen ein Fahrzeug mit mindestens einem Rad über die Markierung oder auf der falschen Seite der Markierung fuhr. Zusätzlich wurde unterschieden, ob zeitgleich zu dem Überfahren der Markierung auch der Fahrstreifen gewechselt wurde oder nicht. Die Häufigkeit der Überfahrungen wurde für die zuvor ermittelten Spitzenstunden ausgewertet.

Die Auswertung zeigt, dass ein Überfahren der Markierung ohne Fahrstreifenwechsel bei rechts fahrenden Fahrzeugen in den beiden Bereichen der zweistreifigen Kreisfahrbahn in nennenswerter Häufigkeit auftritt (siehe Bild 3, rote Pfeile). In diesen Bereichen überfahren ca. 10% aller Verkehrsteilnehmer die Markierung – offenbar um die Anlage zügig mit einem möglichst großen Radius zu passieren.

Ein Überfahren der Markierung ohne Fahrstreifenwechsel wurde auch bei links fahrenden Fahrzeugen in den Bereichen der zweistreifigen Ausfahrten beobachtet (siehe Bild 3, grüne Pfeile). Im Vergleich der Messungen vor und nach der Eröff-

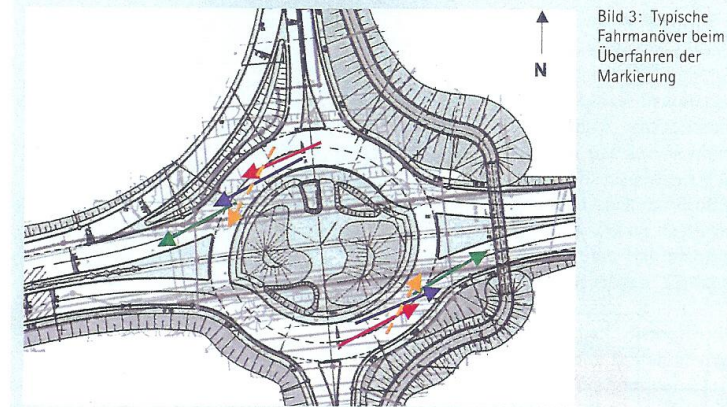


Bild 3: Typische Fahrmanöver beim Überfahren der Markierung

nung des Fachmarktcenters war hier jedoch ein deutlicher Rückgang von vorher 12 auf nachher ca. 1% zu beobachten. Die aktuellen Überfahrraten können als unauffällig bezeichnet werden.

Bei allen der insgesamt vier Beobachtungszeiträumen wechselten ursprünglich links fahrende Fahrzeuge im Bereich der zweistreifigen Kreisfahrbahn trotz durchgehender Fahrbahnmarkierung in nennenswerter Häufigkeit von durchschnittlich ca. 3% auf den rechten Fahrstreifen (siehe Bild 3, blaue Pfeile). Diese Manöver wurden von den Fahrern meist in – offensichtlich – voller Absicht und mit hoher Geschwindigkeit durchgeführt. Eine direkte Gefährdung war damit durchweg nicht verbunden, weil diese Fahrzeuge meistens allein, das heißt ohne andere Fahrzeuge in der Nähe, fuhr.

Im Vorfeld bestand die besondere Sorge, dass Fahrstreifenwechsel in der zweistreifigen Ausfahrt von rechts nach links (gestrichelte gelbe Linie in Bild 3) zu einer Gefährdung führen können. Derartige Fahrmanöver wurden bei der Auswertung der Videoaufzeichnungen aber nur selten (mit einer Häufigkeit von durchschnittlich weniger als 1%) beobachtet. Bei den Messungen ist jedoch ein Fall beobachtet worden, der zu einem Zusammenstoß der beteiligten Fahrzeuge führte (der Unfall wurde nicht polizeilich aufgenommen). Zwei weitere Unfälle dieser Art sind auch amtlich erfasst worden.

Andere Fahrmanöver mit einer Überfahrrung der Markierung (mit oder ohne Fahrstreifenwechsel) waren nur in wenigen Ausnahmefällen zu beobachten.

Insgesamt ist die Überfahrrung der durchgehenden Markierung in den meisten Fällen nicht als stark gefährdend einzustufen, da sie in erster Linie dann auftritt, wenn keine anderen Verkehrsteilnehmer den

entsprechenden Bereich des Kreisverkehrs befahren. Es wurden nur in insgesamt sechs Ausnahmefällen Konflikte beobachtet. Allerdings weisen die Unfalldaten auf vereinzelte Probleme beim Verkehrsablauf hin (vergleiche Abschnitt 3).

#### 2.5 Konflikte bei der Beachtung der Vorfahrt

In Ergänzung zu der Unfalldatenauswertung (vergleiche Abschnitt 3) wurde das Interaktionsverhalten der Verkehrsteilnehmer auch anhand der Verkehrskonflikttheorie (Risser et al. 1991) untersucht. Die Konfliktanalyse kann wertvolle Hinweise zu Problemen beim Verkehrsablauf liefern. Diese zusätzlichen Informationen sind umso wichtiger, da für die Unfalldatenauswertung lediglich ein kurzer Zeitraum von nur 18 Monaten zur Verfügung stand. Interaktionen sind bei der Konflikttheorie definiert als Abstimmung des Verhaltens der Fahrer, die erforderlich ist, um bei einer zeitlichen oder räumlichen Annäherung einen Zusammenstoß zu vermeiden. Merkmal einer solchen Interaktion ist, dass zumindest einer der Verkehrsteilnehmer die Geschwindigkeit anpasst oder ausweicht. Erfolgt die Geschwindigkeitsänderung oder das Ausweichen plötzlich und erst relativ spät vor einem drohenden Zusammenstoß, so wird dies als Verkehrskonflikt bezeichnet. Dieser Konflikt wird als umso schwerwiegender eingestuft, je später die Reaktion erfolgt (Tabelle 2). Die Einstufung der Konflikte enthält eine gewisse Subjektivität. Deswegen wurden hier die Konflikte anhand der Videos von zwei Beobachtern klassifiziert.

In den beiden jeweils dreistündigen Beobachtungszeiträumen nach der Freigabe des Kreisverkehrsplatzes wurden insgesamt 49 Konflikte verzeichnet (siehe Bild 4). Davon

Tabelle 2: Einstufung der Verkehrskonflikte

Konfliktstufe	Beschreibung	Merkmal
0 (sichere Begegnung)	Ohne Reaktion der Fahrer würde ein Zusammenstoß erfolgen. Es steht jedoch ausreichend Zeit für eine Reaktion zur Verfügung.	leichtes Abbremsen und/oder Ausweichen
1 (leichter Konflikt)	Mindestens ein Beteiligter verhält sich nicht regelgerecht.	deutliches und plötzliches Abbremsen und/oder Ausweichen
2 (schwerer Konflikt)	Mindestens ein Beteiligter verhält sich nicht regelgerecht. Eventuell treten Folgekonflikte auf.	heftiges Abbremsen und/oder ruckartiges Ausweichen unmittelbar vor einer Kollision

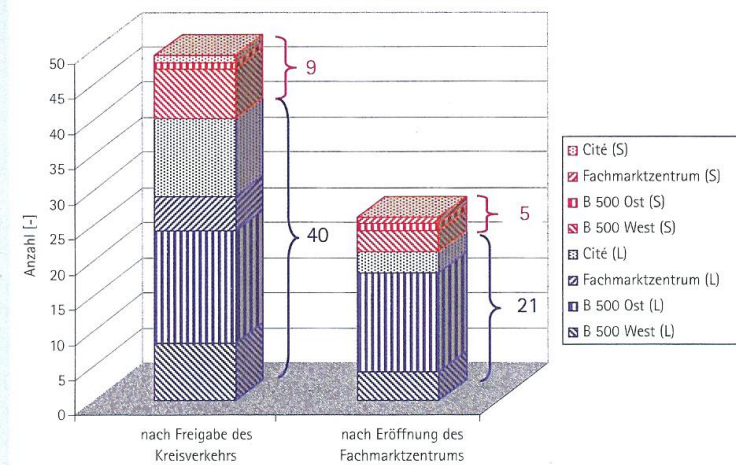


Bild 4: Häufigkeit der leichten (L; blau dargestellt) und schweren (S; rot dargestellt) Konflikte an den Kreisverkehrszufahrten

wurden 40 als leichte (blau dargestellt) und 9 als schwere (rot dargestellt) Konflikte eingeordnet. Die Auswertung der Messungen nach der Eröffnung des Fachmarktzentrums ergab insgesamt 26 Konflikte, die in 21 Fällen der leichten und in 5 Fällen der schweren Kategorie zugeordnet wurden. Der Vergleich der Messungen vor und nach der Eröffnung des Fachmarktzentrums zeigt, dass sich die Anzahl der Konflikte nahezu halbiert hat. Dieser Trend gilt auch bei der getrennten Betrachtung von leichten und schweren Konflikten. Die Ergebnisse sprechen dafür, dass nach anfänglichen Problemen beim Befahren der Anlage inzwischen ein deutlich unproblematischer Verkehrsablauf erreicht wird. Allerdings bleibt anzumerken, dass trotz des deutlichen Rückgangs noch immer eine nennenswerte Anzahl von Konflikten auftritt.

Das Bild 4 verdeutlicht auch, dass die überwiegende Mehrzahl der Konflikte an den beiden zweistreifigen Zufahrten der B 500 zu verzeichnen ist. Eine erste Erklärung dafür sind sicherlich die hohen Verkehrsstärken in diesen Zufahrten, da

grundsätzlich jedes einfahrende Fahrzeug auch eine Interaktion hervorrufen kann. Es ist jedoch auffällig, dass 12 der insgesamt 14 schweren Konflikte auch an eben diesen beiden Zufahrten auftraten.

Die Beobachtungen vor Ort legen nahe, dass eine Begründung in der geringen Verkehrsbelastung (weniger als zwei Fahrzeuge pro Minute selbst während der Spitzenszene) auf der Kreisfahrbahn zu suchen ist. Dies führt dazu, dass die Verkehrsteilnehmer auf der B 500 beim Einfahren in seltenen Fällen anderen Fahrzeugen Vorfahrt gewähren müssen. Wird die Verkehrsanlage regelmäßig von einem Verkehrsteilnehmer befahren, kann die Erwartungshaltung entstehen, dass aufgrund des schwach belasteten Hauptstroms zumeist ohne Interaktion in den Kreisverkehr eingefahren werden kann. Geprägt von dieser Erwartungshaltung wird beim Einfahren nicht mit Fahrzeugen auf der Kreisfahrbahn gerechnet oder diesen zumindest zu wenig oder zu spät Beachtung geschenkt. Dies führt dazu, dass die bevorrechtigten Verkehrsteilnehmer auf der Kreisfahrbahn sich den zweistreifigen Zufahrten zum Teil

sehr vorsichtig und mit reduzierter Geschwindigkeit nähern.

Bei der Messung nach der Freigabe des Kreisverkehrs wurde in fünf Fällen sogar beobachtet, dass bevorrechtigte Fahrer im Kreis deutlich verzögert oder anhielten und somit auf ihre Vorfahrt verzichteten. Derartige Besonderheiten wurden bei den Messungen nach der Eröffnung des Fachmarktzentrums, bei denen deutlich höhere Belastungen auf der Hauptfahrbahn im Bereich der zweistreifigen Einfahrten auftraten, weniger häufig beobachtet. Es kann vermutet werden, dass sich die Erwartungshaltung beim Einfahren von der B 500 in Zukunft aufgrund der häufiger auftretenden Interaktionen infolge des zunehmenden Zu- und Abflusses in Richtung Fachmarktzentrum und Cité ändert. Dies könnte letztendlich zu einer Normalisierung des Verkehrsablaufs an den zweistreifigen Zufahrten führen.

Diese Beobachtung unterstreicht die Forderung des Merkblatts (FGSV 2006), dass der Querverkehr mindestens 15% der Gesamtbelastung sein soll (vergleiche Merkblatt, Bild 14 + zugehöriger Text). Diese Forderung wird im vorliegenden Fall nur eingehalten, wenn der Verkehr auf dem Bypass (Bild 1: unten links) mitgezählt wird. Dieser bewirkt jedoch keinen Beitrag zu den bevorrechtigten Strömen im Kreis.

## 2.6 Geschwindigkeitsverhalten

Ein weiteres wichtiges Merkmal des Verkehrsablaufs ist die Geschwindigkeitswahl der Verkehrsteilnehmer bei der Annäherung an den Kreisverkehr. Dies wurde an dem Kreisverkehr in Baden-Baden stichprobenartig in der Zufahrt B 500 West (aus Fahrtrichtung Autobahn) untersucht. Dazu wurden mit Hilfe eines lasergestützten Messgeräts die Geschwindigkeiten der Fahrzeuge auf dem linken Fahrstreifen der Zufahrt in etwa 40 m Entfernung zur Kreisfahrbahn erfasst und aufgezeichnet. Bei der Auswertung wurden nur die Geschwindigkeitswerte der Fahrzeuge berücksichtigt, deren Zeitlücke zum Vorderfahrzeug mindestens 8,0 s betrug. Somit gingen nur die Geschwindigkeiten frei fahrender Fahrzeuge in die Bewertung ein. Geschwindigkeiten, die in Fahrzeugkolonnen auftreten, wurden nicht ausgewertet. Die Summenlinien der Geschwindigkeiten für die jeweiligen Beobachtungszeiträume sind im Bild 5 dargestellt. Drei der vier Messungen wurden bei trockenen Bedingungen durchgeführt. Die Auswertung zeigt, dass die dabei gemessenen Mittel-

werte annähernd gleich sind. Sie betragen zwischen 52,4 und 53,8 km/h. Auch die Standardabweichungen sind mit Werten zwischen 7,0 und 7,7 km/h nahezu identisch. Anhand statistischer Untersuchungen (einseitiger t-Test mit  $\alpha = 0,05$ ) kann gezeigt werden, dass die Unterschiede zwischen den Mittelwerten der beiden Nachmittagsmessungen vor und nach Eröffnung des Fachmarks nicht signifikant sind. Eine nennenswerte Veränderung des Geschwindigkeitsverhaltens ist demnach nicht festzustellen. Es zeigt sich, dass die gemessenen Geschwindigkeiten deutlich oberhalb der dort durch Zeichen 274 (StVO) angeordneten zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 40 km/h liegen. Lediglich ca. 5% der Verkehrsteilnehmer auf dem linken Fahrstreifen halten sich an die Geschwindigkeitsbeschränkung.

Ein deutlich geringer Mittelwert von 49,2 km/h ergibt sich für die Vormittagsmessung nach Eröffnung des Fachmarkts, bei der die Straße infolge von Regen nass war. Dieser Mittelwert ist auch signifikant kleiner als die Mittelwerte der Messungen bei trockenen Bedingungen (einseitiger t-Test mit  $\alpha = 0,05$ ). Wie erwartet reduzieren die Fahrer ihre Geschwindigkeit also bei Nässe. Die Differenz zu den Messwerten bei trockenen Bedingungen beträgt im Mittel ca. 4 km/h.

Insgesamt liegen die Ergebnisse in Relation zu dem Abstand zur Kreisfahrbahn auf einem akzeptablen Niveau. Auffällig hoch sind jedoch die beobachteten Maximalwerte der Geschwindigkeit. Bei den drei Messungen mit trockenen Bedingungen wurden im Einzelfall jeweils Geschwindigkeiten von mehr als 70 km/h gemessen. Ein rechtzeitiges Anhalten vor der Kreisfahrbahn kann bei solchen als unangepasst zu bewertenden Geschwindigkeiten lediglich bei sehr kurzen Reaktionszeiten erreicht werden. Auch bei der Messung mit nasser Straße wurden vereinzelt unangepasste Geschwindigkeiten beobachtet. Hinsichtlich der Einhaltung der zulässigen Geschwindigkeiten besteht also ein Potenzial, durch Maßnahmen der Verkehrsüberwachung zu einer höheren Verkehrssicherheit beizutragen.

### 2.7 Kapazitätsbeurteilung

Für die Berechnung der Kapazität könnten grundsätzlich die Verfahren für vorfahrtsregelte Knotenpunkte (vergleiche HBS 2001, Kapitel 7) verwendet werden. Da es sich bei dem Kreisverkehrsplatz mit turbinenartiger Markierung um den ersten

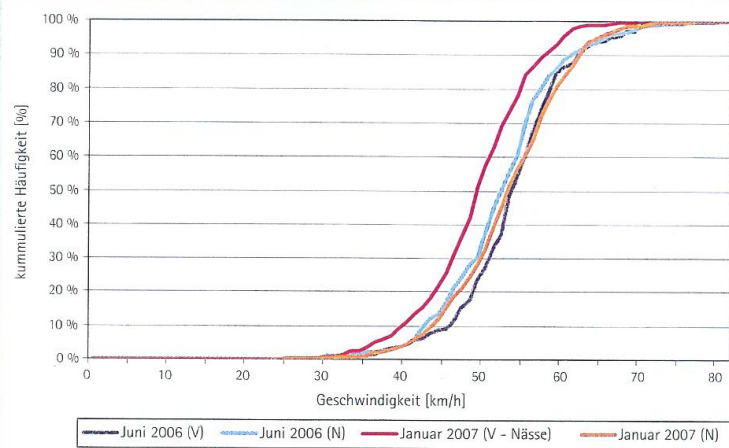


Bild 5: Summenlinien der Geschwindigkeiten in der Zufahrt B 500 West (V = Vormittag; N = Nachmittag)

seiner Art in Deutschland handelt, gibt es jedoch bislang keine Erfahrungswerte für die Grenz- und Folgezeitlücken, die als Parameter Eingang in das entsprechende Berechnungsverfahren finden. Daher wurden die entsprechenden Zeitlücken durch Auswertung der Videomessungen empirisch ermittelt. Als Verfahren wurde die Maximum-Likelihood-Methode nach Troutbeck (1992) gewählt. Die Grundlagen dieses Verfahrens sowie dessen Anwendung sind unter anderem in der Arbeit von Brilon, Weinert (2001) und Brilon et al. (1997) beschrieben.

Die Auswertungen wurden für die dreistündige Nachmittagsmessung nach der Eröffnung des Fachmarktzentrums durchgeführt. Dies ist der Zeitraum, in dem die größte Gesamtverkehrsbelastung an dem Kreisverkehr beobachtet wurde. Das Videomaterial wurde getrennt für jeden Fahrstreifen der Zufahrten analysiert. Aufgrund der begrenzten Stichproben wurden die Ergebnisse für die ein- und zweistreifigen Zufahrten zusammengefasst (Tabelle 3). Die Auswertung ergibt eine mittlere Grenzzeitlücke von 4,5 s für die zweistreifigen Zufahrten. Die mittlere Folgezeitlücke an diesen Zufahrten beträgt 2,4 s. Eine geringfügig größere Grenzzeitlücke von 4,7 s

ergibt sich für die einstreifigen Zufahrten des Kreisverkehrs. Auch die Folgezeitlücke ist an diesen Zufahrten größer (2,8 s). Bei diesem Wert ist allerdings einschränkend auf die vergleichsweise geringe Stichprobe von lediglich 23 hinzuweisen. Insgesamt eignen sich diese Mittelwerte angesichts der geringen Datengrundlage auf keinen Fall für eine Verallgemeinerung.

Die vorläufigen Auswertungen zusätzlicher Messungen an dem Kreisverkehrsplatz in Baden-Baden, die im Rahmen eines laufenden Forschungsvorhabens (FA 2.278: „Verkehrsqualität an zweistreifigen Kreisverkehren unter Berücksichtigung von Abbiegebeziehungen und aktuellen Zeitlücken“) durchgeführt wurden, bestätigen jedoch die hier angegebenen Größenordnungen für die Grenz- und Folgezeitlücken.

Ausgehend von den empirisch ermittelten Grenz- und Folgezeitlücken und Fahrstreifenaufteilungen lässt sich die Kapazität des turbinenartigen Kreisverkehrsplatzes berechnen. Dazu wurde die Verkehrssoftware KREISEL Version 7 der BPS GmbH verwendet. Unter Verwendung der zuvor beschriebenen Parameter ergibt sich für die nachmittägliche Spitzenstunde nach der Eröffnung des Fachmarkts mit einer Gesamtbelastung des Kreisverkehrs von 3.238 Pkw-E/h die Qualitätsstufe B (= gut). Für die morgendliche Spitzenstunde nach der Eröffnung des Fachmarktzentrums mit einer Gesamtbelastung von 2.876 Pkw-E/h resultiert die im Vergleich dazu etwas ungünstigere Gesamtqualitätsstufe C (befriedigend). Die Ergebnisse für die einzelnen Zufahrten sind in der Tabelle 4 zusammengefasst.

Tabelle 3: Mittlere Grenz- und Folgezeitlücken der ein- und zweistreifigen Zufahrten

Zufahrt	Grenzzeitlücke		Folgezeitlücke	
	$t_g$ [s]	n [Fz]	$T_f$ [s]	n [Fz]
Zweistreifige Zufahrten	4,5	62	2,4	4.667
Einstreifige Zufahrten	4,7	180	2,8	23

Tabelle 4: Kapazitätsberechnung für den Kreisverkehr

Zufahrt	Vormittagsspitze (2.876 Pkw-E/h)				Nachmittagsspitze (3.238 Pkw-E/h)			
	Auslastungsgrad	Reserve [Pkw-E/h]	mittlere Wartezeit	LOS	Auslastungsgrad	Reserve [Pkw-E/h]	mittlere Wartezeit	LOS
B 500 West	0,64	950	4 s	A	0,46	1.442	2 s	A
Cité	0,39	157	23 s	C	0,28	263	14 s	B
B 500 Ost	0,35	1.725	2 s	A	0,61	919	4 s	A
Fachmarktzentrum	0,20	450	8 s	A	0,31	225	16 s	B
Bypass	0,02	1.372	3 s	A	0,24	1.070	3 s	A
Gesamtqualitätsstufe	C				B			

Die Berechnungen zeigen, dass der Kreisverkehr den gestellten Anforderungen hinsichtlich der Verkehrsbelastung gewachsen ist. Dies deckt sich auch mit den vor Ort gemachten Beobachtungen des Gutachters und den Berichten von Vertretern der Stadtverwaltung und Polizei. Gleichzeitig wird auch deutlich, dass die Anlage keine hohen Leistungsreserven besitzt. In der nördlichen Zufahrt sind dies in der nachmittäglichen Spitzenstunde 225 Pkw-E/h. Am Vormittag beträgt die geringste Leistungsreserve in der Zufahrt Cité in der Spitzenstunde 157 Pkw-E/h. Beide Reserven können nicht gleichzeitig in Anspruch genommen werden.

Unterstellt man einen gleichmäßigen Zuwachs des Verkehrs aller Ströme, so würde ein Übergang von Gesamtqualitätsstufe C auf D am Vormittag bei einer Verkehrszunahme von 7% erfolgen. In diesem Fall würde bei einer Gesamtbelastung von 3.077 Pkw-E/h die Leistungsreserve in der Zufahrt Cité 113 Pkw-E/h betragen. Der Übergang von Gesamtqualitätsstufe D auf E ergäbe sich bei einer Zunahme des Verkehrs um 12% (Gesamtbelastung: 3.250 Pkw-E/h; Leistungsreserve der Zufahrt Cité: 76 Pkw-E/h).

Analog dazu lässt sich auch für die Nachmittagsspitze berechnen, bei welcher gleichmäßigen Verkehrszunahme die Übergänge

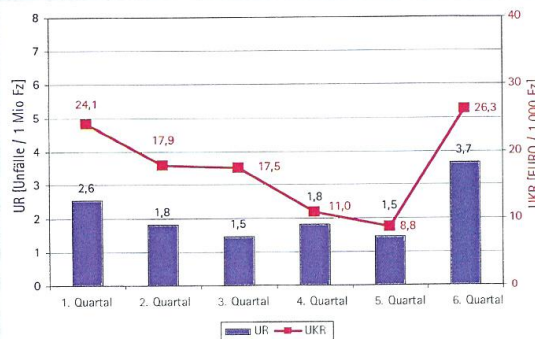
zu den Gesamtqualitätsstufen D und E erfolgen würden. Für die entsprechenden Zuwachsraten ergeben sich hier Werte von 21 (Übergang von C auf D) und 30% (Übergang von D auf E). Bei einer Gesamtbelastung von 3.923 (Übergang von C auf D) und 4.211 Pkw-E/h (Übergang von D auf E) in der nachmittäglichen Spitzenstunde würden die berechneten Leistungsreserven in der nördlichen Zufahrt entsprechend 113 und 73 Pkw-E/h betragen.

### 3 Verkehrssicherheit

#### 3.1 Methodik

Für die Untersuchung der Verkehrssicherheit wurden von der Polizeidirektion Rastatt/Baden-Baden Kopien der polizeilichen Unfallprotokolle für den Zeitraum der ersten 18 Monate nach der Freigabe des Kreisverkehrsplatzes zur Verfügung gestellt. Ausgangsbasis für die Analyse der Verkehrssicherheit ist die Betrachtung der Unfallzahlen einschließlich der Verteilung nach Unfalltypen und Unfallkategorien. Zusätzlich dazu wurden die Kennziffern Unfallrate und Unfallkostenrate berechnet. Für die Berechnung der Unfallkosten wurden die pauschalen Unfallkostensätze für Landstraßen in Abhängigkeit von der Unfallkategorie gemäß dem Merkblatt für die

Bild 6: Entwicklung der Unfallrate und Unfallkostenrate in den ersten 18 Monaten nach der Verkehrsfreigabe



Auswertung von Straßenverkehrsunfällen (FGSV 2003) angesetzt (Preisstand 2000).

### 3.2 Untersuchungsergebnisse

In den ersten 18 Monaten nach der Freigabe des Kreisverkehrsplatzes wurden an dem Knotenpunkt insgesamt 35 Unfälle registriert, davon sechs Unfälle mit Personenschaden. Der Anteil der Unfälle mit Personenschaden beträgt insgesamt ca. 17%. Dabei handelte es sich nach der Definition der FGSV (2003) ausschließlich um Unfälle der Kategorie 3 (Unfall mit Leichtverletzten). Unfälle mit Getöteten oder Schwerverletzten (Kategorie 1 und 2) gab es nicht. In dem Beobachtungszeitraum ereignete sich ein Unfall der Kategorie 4 (schwerwiegender Unfall mit Sachschaden). Dies entspricht einem Anteil von ca. 3%. Die übrigen 28 Unfälle sind der Kategorie 5 (sonstige Unfälle mit Sachschaden) zuzuordnen. Dies entspricht einem Anteil von ca. 80%.

Die Berechnung der Unfallrate ergibt bei der Verwendung des DTV von 30.000 Kfz/24h (Hochrechnung ausgehend von den Analysedaten) einen Wert von 2,1 Unfällen pro 106 Fahrzeuge. Die Unfallkostenrate beträgt ca. 17,60 € pro 103 Fahrzeuge. Das Bild 6 zeigt die Entwicklung dieser Kenngrößen im Verlauf des Beobachtungszeitraums. Dabei sind die Ergebnisse ausgehend vom Tag der Freigabe (17.5.2006) jeweils quartalsweise zusammengefasst. Die Unfallrate hat sich von zunächst 2,6 in den vier folgenden Quartalen auf Werte im Bereich zwischen 1,5 und 1,8 Unfälle pro 106 Fahrzeuge eingependelt. Im sechsten und letzten Quartal stieg die Unfallrate auf einen Wert von 3,7 Unfällen pro 106 Fahrzeuge an. Bei der Unfallkostenrate war in den ersten fünf Quartalen ein stetiger Rückgang zu verzeichnen. So ist die Unfallkostenrate im Vergleich zwischen dem ersten und dem fünften Quartal des Beobachtungszeitraums von 24,1 auf 8,8 € pro 103 Fahrzeuge um ca. 63% zurückgegangen. Im sechsten und letzten Quartal war dahingegen ein sprunghafter Anstieg auf eine Unfallkostenrate von 26,3 € pro 103 Fahrzeuge zu verzeichnen. Insgesamt kann aus der zeitlichen Entwicklung der Unfallrate und der Unfallkostenrate – auch vor dem Hintergrund des kurzen Beobachtungszeitraums – kein eindeutiger Trend abgeleitet werden.

Die Analyse der Unfalltypen zeigt, dass ca. die Hälfte aller Unfälle (51%) dem Typ 3 (Einbiegen/Kreuzen) zuzuordnen sind. Un-

fallursache war jeweils ein Nichtbeachten der Vorfahrtszeichen. Ungefähr 46% waren Unfälle im Längsverkehr (Unfalltyp 6). Der Unfalltyp 1 (Fahrerunfall) trat einmal auf. Das Unfalldiagramm (Bild 7) zeigt, dass die Unfälle vom Typ 3 sich auf die zweistreifigen Zufahrten der B 500 beschränken. Besonders häufig tritt dieser Unfalltyp dabei in der westlichen Zufahrt (B 500 aus Richtung Autobahn) auf. Die beiden einstreifigen Zufahrten sind unfallfrei.

Bei den Unfällen im Längsverkehr können zwei Arten von Unfällen unterschieden werden. Die erste Gruppe bilden die Auffahrunfälle (insgesamt 11 Unfälle). Die große Mehrzahl dieser Unfälle (8 von 11) ereignete sich in der Zufahrt B 500 West. der gegenüberliegenden Zufahrt der B 500 kam es in dem Beobachtungszeitraum zu einem Auffahrunfall. Hinzu kommen zwei Auffahrunfälle im Kreis. Die zweite Gruppe bilden die Unfälle im Längsverkehr (insgesamt 5 Unfälle), die aus einer Nichtbeachtung der durchgehenden Fahrbahnmarkierung im Bereich der zweistreifigen Ausfahrten resultieren. In drei dieser fünf Fälle überfuhr ein Fahrzeug auf dem rechten Fahrstreifen die durchgehende Markierung, ohne dabei allerdings den Fahrstreifen zu wechseln. Die zwei anderen Unfälle resultierten daraus, dass vor der Ausfahrt trotz der durchgehenden Markierung von rechts nach links gewechselt wurde, wodurch es zu einer Kollision mit einem Fahrzeug auf dem linken Fahrstreifen kam.

achtet man sowohl die Unfalltypen als auch deren zeitliche Verteilung, so fällt auf, dass es in den ersten 12 Monaten seit der Freigabe des Kreisverkehrs an der Zufahrt B 500 West in erster Linie zu Unfällen vom Typ 3 (Einbiegen/Kreuzen) kam. In den darauf folgenden sechs Monaten (Mai bis November 2007) nahm die Häufigkeit dieses Unfalltyps an der Einfahrt deutlich ab. Gleichzeitig kam es aber vermehrt zu Auffahrunfällen in dieser Zufahrt, bei denen in der Regel jedoch deutlich geringere Sachschäden zu verzeichnen waren. Diese aktuelle Entwicklung könnte mit den inzwischen zusätzlich getroffenen Maßnahmen zur Vermeidung der Einbiegen-Kreuzen-Unfälle zusammenhängen (siehe Abschnitt 4).

### 3.3 Bewertung der Unfallkenngrößen

Zur Bewertung der Verkehrssicherheit bietet sich ein Vergleich der ermittelten Kenngrößen mit den Unfall- und Unfall-

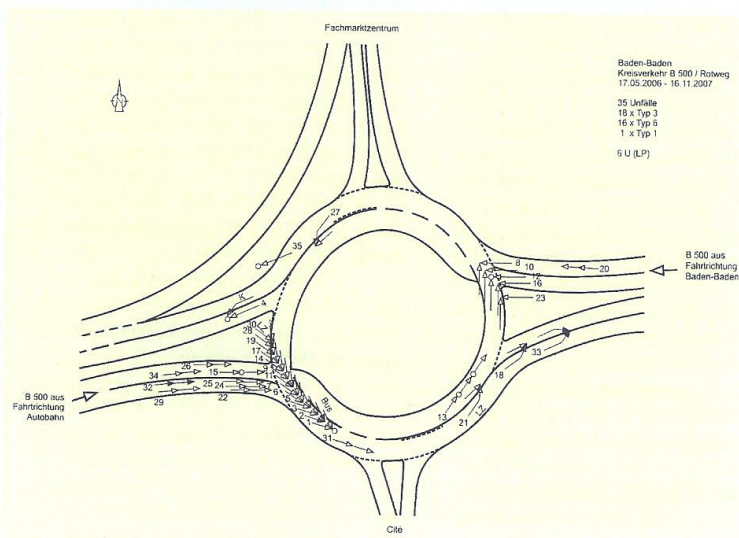


Bild 7: Unfalldiagramm (17.5.2006-16.11.2007)

kostenraten für andere Kreisverkehrsplätze und für Knotenpunkte mit Lichtsignalanlage an (Tabelle 5).

Als Vergleichswerte für andere Kreisverkehrsplätze wurden die Untersuchungsergebnisse von Brilon, Bäumer (2004) herangezogen. In der Studie wurden unter anderem auch vier Kreisverkehrsplätze mit einer Vorsortierung der Verkehrsströme durch entsprechende Markierung untersucht, deren Verkehrsablauf im weitesten Sinne mit dem Kreisverkehr in Baden-Baden zu vergleichen ist. Zwei dieser Knotenpunkte liegen innerorts (B 14/B 311 in Tuttlingen und Europaplatz in Düren), die beiden anderen Anlagen (Emil-Zimmermann-Allee/AS Gelsenkirchen-Süd in Gelsenkirchen und Bremerhavener Str./Industriestr. in Köln) wie der Kreisverkehrsplatz in Baden-Baden außerorts. Mit Ausnahme des Kreisverkehrs in Tuttlingen wurde von Brilon, Bäumer für die Anlagen mit Vorsortierung im Vergleich zu kompakten zweistreifigen Kreisverkehren jeweils ein deutlich höheres Niveau der Unfall- und Unfallkostenraten ermittelt. Es

ist zu beachten, dass sich die aus dieser Studie übernommenen Unfallkostenraten auf den Preisstand 1995 beziehen.

Der Vergleichswert für Knotenpunkte mit Lichtsignalsteuerung wurde von Eckstein, Meewes (2002) übernommen. Dieser Wert bezieht sich wie auch die Unfallkostenrate für den Kreisverkehr in Baden-Baden auf den Preisstand 2000. Die Gegenüberstellung der Unfallkenngrößen zeigt, dass die Unfallrate am Kreisverkehrsplatz in Baden-Baden höher ist als an Innerorts-Kreisverkehrsplätzen mit Vorsortierung und an Knotenpunkten mit LSA. Im Vergleich zu Außerorts-Kreisverkehren mit Vorsortierung weist der Kreisverkehr mit turbinenartiger Markierung in Baden-Baden jedoch eine deutlich geringere Unfallrate auf.

Bei dem Vergleich der Unfallkostenraten ergibt sich nur an Innerorts-Kreisverkehren mit Vorsortierung ein geringerer Wert. Im Vergleich zu Knotenpunkten mit Lichtsignalanlage weist der Kreisverkehrsplatz in Baden-Baden eine um mehr als 50% geringere Unfallkostenrate auf. Auch im

	UR [Unfälle/10 <sup>6</sup> Fz]	UKR [EURO/10 <sup>3</sup> Fz]
Kreisverkehr Baden-Baden	2,1	17,60
Kreisverkehre mit Vorsortierung (innerorts)	0,63 - 1,46	6,58 - 13,92*
Kreisverkehre mit Vorsortierung (außerorts)	3,29 - 4,43	17,08 - 36,26*
Knotenpunkt mit LSA (3 Phasen)	1,2	39

\* Preisstand 1995

Tabelle 5: Vergleich der Unfall- und Unfallkostenraten (Preisstand 2000)



Vergleich zu den anderen Außerorts-Kreisverkehren mit Vorsortierung erreicht die Anlage in Baden-Baden eine geringe Unfallkostenrate.

Als Ergebnis der Untersuchung der Verkehrssicherheit kann festgehalten werden, dass grundsätzlich keine Bedenken gegen die neuartige Knotenpunktform bestehen. Im August 2007 wurden von der Unfallkommission in Zusammenarbeit mit dem Gutachter Maßnahmen zur Verbesserung der Erkennbarkeit beschlossen und kurzfristig umgesetzt. Diese Maßnahmen umfassen eine Verkürzung der Schutzplanken in den beiden Zufahrten der B 500 um jeweils zwei Felder zur Verbesserung der Sichtfelder und das Aufstellen zusätzlicher Verkehrszeichen (rechtsweisender, rotweißer Pfeil, Zeichen 625 StVO, in dreifacher Ausfertigung) auf der Kreismittelinsel gegenüber des linken Fahrstreifens der westlichen Zufahrt. Erst nach der Umsetzung der Maßnahmen sind die im Bild 7 erkennbaren Auffahrunfälle in der westlichen Zufahrt aufgetreten. Die Verbesserung der Sichtverhältnisse (Verkürzung der Schutzplanken) hat also allem Anschein nach keine eindeutig positive Wirkung erreicht. Hier ist ein Sicherheitsdefizit noch weiter zu behandeln.

Die Ergebnisse zeigen: Eine hohe Verkehrssicherheit ist an diesem turbinenartigen Kreisverkehr nicht automatisch gesichert.

#### 4 Zusammenfassung und Empfehlungen

Nach der Untersuchung des Verkehrsablaufs an dem ersten Kreisverkehr mit turbinenartiger Markierung in Deutschland können folgende Punkte festgehalten werden:

- Die Erwartungen hinsichtlich der Kapazität, die mit den Verfahren vorfahrtgeordneter Knotenpunkte berechnet werden kann, bestätigen sich. Bei der vorliegenden Aufteilung der Knotenpunktströme werden Verkehrsstärken von mehr als 3.200 Pkw-E/h mit einer guten Gesamtqualitätsstufe abgewickelt. Hohe Leistungsreserven sind dabei jedoch nicht vorhanden.
- Die Fahrstreifenaufteilung in den zweistreifigen Zufahrten ist von den Eigenschaften der Zulaufstrecke und der Wahrscheinlichkeit eines Rückstaus auf dem rechten Fahrstreifen abhängig. Der Anteil des linken Fahrstreifens erreicht

unter günstigen Bedingungen in der Spitzenstunde ca. 40%.

- Die durchgehende Markierung (Zeichen 295 StVO) vor und in den Ausfahrten wird nur unzureichend beachtet. In den meisten Fällen tritt dieses Fehlverhalten nur dann auf, wenn keine anderen Verkehrsteilnehmer den entsprechenden Bereich des Kreisverkehrs befahren. Es sind aber vereinzelt Konflikte und Unfälle zu beobachten, die aus diesem Fehlverhalten resultieren.
- Die Anzahl der Konflikte in den Kreisverkehrszufahrten ist von anfänglich sehr hohen Werten deutlich zurückgegangen. Vor allem im Bereich der zweistreifigen Zufahrten wurde aber auch bei der zweiten Messung noch eine deutliche Anzahl von Konflikten beobachtet.
- Die zuvor genannten und aus den Videoaufzeichnungen abgeleiteten Probleme bestätigen sich bei der Auswertung der Unfallprotokolle. Demnach treten vereinzelt Unfälle im Bereich der zweistreifigen Ausfahrten infolge einer Nichtbeachtung der Markierung auf. Die große Mehrzahl der insgesamt 35 Unfälle ereignete sich aber an den beiden zweistreifigen Zufahrten, wo es zu Vorfahrtsmissachtungen und Auffahrunfällen kam. Dies deutet auf Probleme bei der Erkennbarkeit und Begreifbarkeit der Anlage vor allem von der Autobahn kommend (Zufahrt B 500 West) hin.
- Insbesondere wird in der westlichen Zufahrt deutlich schneller gefahren als es zugelassen ist.
- Die Bewertung der Unfallraten und Unfallkosten führt zu dem Schluss, dass trotz der oben geschilderten Probleme insgesamt keine überwiegenden Defizite hinsichtlich der Verkehrssicherheit bestehen. Die Unfallsituation in der westlichen Zufahrt erfordert aber weitere verbessernde Maßnahmen.
- Im Vergleich zu anderen Außerorts-Kreisverkehren mit Vorsortierung und Knotenpunkten mit LSA zeigt die Anlage ein noch zufriedenstellendes Sicherheitsniveau. Positiv ist vor allem die geringe Anzahl an Unfällen mit Personenschäden (insgesamt sechs), die sich zudem auf die Unfallkategorie 3 (Unfall mit Leichtverletzten) beschränken.

Aus den oben genannten Punkten lassen sich folgende Erkenntnisse und Empfehlungen ableiten:

- Bei Kreisverkehren dieses Typs können Maßnahmen zur Beachtung der Fahr-

bahnmarkierung im Bereich der zweistreifigen Ausfahrten sinnvoll sein. Dafür eignet sich die Anordnung von sogenannten Bischofsmützen. Ein Einsatz von ca. 10 cm hohen Borden zur Trennung der Fahrstreifen – wie sie in den Niederlanden verwendet werden – könnte zur Verhinderung von Fahrstreifenwechseln an unerwünschter Stelle in Betracht gezogen werden. Gegen den Einsatz von festen Hindernissen auf der Fahrbahn sprechen mögliche Probleme für Zweiradfahrer und für den Winterdienst. Im Übrigen würden damit nicht die entscheidenden Unfallursachen direkt angesprochen.

- Die Probleme bei der Erkennbarkeit der Anlage und bei den hohen Geschwindigkeiten in der westlichen Zufahrt werden als spezifisch für die Örtlichkeit in Baden-Baden eingeschätzt.
- Als ein eher typisches Problem von Kreisverkehren mit Turbinenmarkierung könnten sich die Probleme in den zweistreifigen Zufahrten herausstellen, die auf die vergleichsweise geringen Verkehrsbelastungen auf der Kreisfahrbahn vor den entsprechenden Zufahrten zurückzuführen sind. Tendenziell wird dieser neue Kreisverkehrsplatz gerade an solchen Stellen eingesetzt werden, die wie die Anlage in Baden-Baden auf einer Achse eine dominierende Verkehrsbeziehung aufweisen und infolge dessen zweistreifige Zu- und Ausfahrten erfordern. Hier sollte darauf geachtet werden, dass zumindest die Anforderungen des Merkblatts (FGSV 2006; Ziffer 2.1.2) berücksichtigt werden, dass heißt: im Kreis muss eine Mindestverkehrsstärke gesichert sein. Weiterhin kann die Durchsetzung eines moderaten Geschwindigkeitsniveaus in den zweistreifigen Zufahrten als sicherheitswirksame Maßnahme empfohlen werden.
- Im vorliegenden Fall in Baden-Baden sind Fußgänger und Radfahrer wirkungsvoll von dem Kreisverkehr ausgeschlossen. Vor dem Hintergrund älterer Erfahrungen mit größeren innerstädtischen Kreisverkehren wird geraten, die Benutzung von turbinenartigen Kreisverkehren durch Radfahrer unbedingt zu vermeiden sowie Fußgänger und Radfahrer auf separaten Radwegen nur mit größten Vorsichtsmaßnahmen zuzulassen.

Insgesamt sprechen die mit der Anlage in Baden-Baden gemachten Erfahrungen nicht gegen einen Bau weiterer Kreisver-

kehr mit Turbinenmarkierung bei einer vergleichbaren Ausgangssituation. Zu diesen Randbedingungen gehören insbesondere: Außerortslage, keine Fußgänger und Radfahrer. Es zeigt sich, dass durch diese Sonderform eine relativ hohe Auslastung der linken Fahrstreifen in den Zu- und Ausfahrten erreicht werden kann. Somit steht für Einsatzbedingungen, wie sie in Baden-Baden vorliegen (starker durchgehender Verkehr), eine leistungsfähige und im Vergleich zu anderen Anlagen nicht als unsicher zu bezeichnende Ausbauf orm für Kreisverkehrsplätze zur Verfügung. Bei der Planung weiterer Anlagen dieser Art sollten die zuvor beschriebenen Empfehlungen zur Gestaltung sowie die Grundsätze des Merkblatts für Kreisverkehre (FGSV 1/2006) berücksichtigt werden.

Zugleich wird aber auch zu einer gewissen Zurückhaltung gemahnt. Der Artikel von Hansen, Fortuijn (2006) hat mancherorts zu einer Euphorie in Richtung turbinenartiger Kreisel geführt. Dabei werden von einzelnen Planern die Gestaltungsmöglichkeiten freizügig ausgelegt. So sind den Autoren Beispiele aus Planungen mit zweistreifigen Zufahrten aus den schwächer belasteten Seitenarmen (teilweise auch spitzwinklige Einmündungen), Fahrstreifenabtraktionen<sup>1</sup> im Kreis oder turbinenartige Kreisverkehre in Innerortslage mit Fußgängerverkehr bekannt geworden. Derartige Lösungen sind mit einer erheblichen Skepsis zu bewerten. Sie sind in jedem Fall als ein Experiment zu betrachten.



#### Literaturverzeichnis

- 1 Brilon, W.; Harding, J. (2007): Verkehrs- und sicherheitstechnische Untersuchung des Kreisverkehrsplatzes B 500/Rotweg in Baden-Baden. Gutachten im Auftrag der Entwicklungsgesellschaft Cité mbH Baden-Baden, Bochum, 2007.
- 2 Brilon, W. (2003): Cité Baden-Baden: Verkehrstechnische Untersuchungen zum Knotenpunkt B 500/Rotweg. Gutachten im Auftrag der Gesellschaft für Stadterneuerung Baden-Baden mbH, Bochum, 2003.
- 3 Brilon, W.; Bäumer, H. (2004): Überprüfung von Kreisverkehren mit zweistreifig markierter oder einstreifig markierter, aber zweistreifig befahrbarer Kreisfahrbahn. Schriftenreihe „Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik“, Heft 876, Bonn, 2004.

<sup>1</sup> Fahrstreifenabtraktionen oder -additionen im Kreis erfordern im Allgemeinen Fahrstreifenwechsel im Kreis. Sie sind insofern mit dem „Turbinen-Prinzip“ nicht vollständig verträglich

- 4 Brilon, W.; König, R.; Troutbeck, R. J. (1997): Useful Estimation Procedures for Critical Gaps. Proceedings of the Third International Symposium on Intersections without Traffic Signals. Portland, Oregon, USA, 1997.
- 5 Brilon, W.; Weinert, A. (2001): Ermittlung aktueller Grenz- und Folgezeitlücken für Außerortsknoten ohne Lichtsignalanlagen. Schriftenreihe „Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik“, Heft 828, Bonn, 2001.
- 6 Clausen, A. (2008): Turbinenartiger Kreisverkehr in Baden-Baden – Teil 1: Planung und Bau. Straßenverkehrstechnik 1/2006.
- 7 Eckstein, K.; Meewes, V. (2002): Sicherheit von Landstraßen-Knotenpunkten. Mitteilung Nr. 40 des Instituts für Straßenverkehr Köln (ISK). Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV), 2002.
- 8 Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (2006): Merkblatt für die Anlage von Kreisverkehren. Entwurf 2006.
- 9 Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (2003): Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen, Teil 1. 2003.
- 10 Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (2001): Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen. 2001.
- 11 Fortuijn, G. H. (2007): Turbo-Kreisverkehre: Entwicklungen und Erfahrungen. Vortrag im Rahmen des Seminars „Aktuelle Themen der Straßenplanung“ der VSVI-NRW am 25. Januar 2007 in Bergisch Gladbach.
- 12 Hansen, I. A.; Fortuijn, G. H. (2006): Steigerung der Leistungsfähigkeit und Sicherheit von mehrspurigen Kreisverkehrsplätzen durch Spiralf orm. Straßenverkehrstechnik 1/2006.
- 13 Risser, R.; Kaba, A.; Steinbauer, J.; Ramme, W.; Zuzan, W. D. (1991): Handbuch zur Erhebung von Verkehrskonflikten mit Anleitung zur Beobachterschulung. Lebensraum Verkehr, kleine Fachbuchreihe des KfV, 1991.
- 14 Troutbeck, R. J. (1992): Estimating the Critical Acceptance Gap from Traffic Movements. Research Report 92-5. Queensland University of Technology, Brisbane, 1992.

W 35 Topic

W 35 Topic – die Perle  
unter den wassergekühlten  
Motoren



W35 Topic, der kleinste, kompakteste und sparsamste flüssigkeitsgekühlte Dieselmotor der Welt ist die passgenaue und profitable Motorlösung!

Fragen Sie Ihren Hatz Vertriebspartner nach weiteren Details oder besuchen Sie uns im Internet: [www.hatz-diesel.com](http://www.hatz-diesel.com)



HATZ-DIESEL

IN JEDEM FALL DIE BESSERE WAHL

MOTORENFABRIK HATZ · D-94095 RÜNSTORF a. d. ROTT  
Tel.: 085 31 / 319-0 · Fax: 085 31 / 31 94 18 · e-mail: [marketing@hatz-diesel.de](mailto:marketing@hatz-diesel.de)

