



## KNOBEL 7 für das HBS 2015 ist da.

Seit Juli 2016 wird KNOBEL in der Version 7 angeboten. Diese Version ist voll an das HBS 2015 angepasst. Alle Berechnungsschritte der HBS-Kapitel L5 und S5 für Kreuzungen und Einmündungen werden von dem Programm durchgeführt. Dazu gehören auch: „rechts vor links“, die zweigeteilte Vorfahrt (Kreuzung mit breitem Mittelstreifen) und die Fußgängereinflüsse, soweit sie im HBS 2015 (Kapitel S5) behandelt werden. Alle Ergebnisse können in den vom HBS 2015 vorgesehenen Formblättern ausgedruckt werden. Es gibt aber auch weiter die zusammenfassende und übersichtliche „KNOBEL-Tabelle“, die wesentliche Ergebnisse auf einer Seite anzeigt und die aus den bisherigen Programmversionen bekannt ist.



KNOBEL berechnet die Kapazität und die Verkehrsqualität für Kreuzungen und Einmündungen nach dem neuen Handbuch für die Bemessung von Straßen (HBS 2015). Das HBS geht zwar von der Fiktion aus, man könne die Berechnung von Hand durchführen. Das erweist sich aber schnell als sehr schwierig und fehleranfällig. Deswegen ist bei der praktischen Anwendung eine elektronische Berechnung unverzichtbar. Vor allem wenn es darum geht, durch schrittweise Verbesserung des Knotenpunkt-Layouts die Leistungsfähigkeit herzustellen, ist KNOBEL unschlagbar: wenige Klicks reichen aus, die verbesserte Lösung einzugeben und das Berechnungsergebnis zu sehen.

KNOBEL wird vor allem dann unentbehrlich, wenn Sonderformen wie z.B. Dreiecksinseln – in der Haupt- und in der Nebenstraße – zu testen sind. Derartige Lösungen werden im HBS zwar angedeutet, aber in der Berechnungsmethodik nicht konsequent beschrieben. Dies gilt vor allem für die zweigeteilte Vorfahrt, die im HBS sehr unzureichend dargestellt ist. Bei der Erstellung von KNOBEL sind auch verschiedene Unzulänglichkeiten im HBS aufgefallen, die vom Programm überbrückt werden.

Neben dem HBS 2015 beherrscht KNOBEL7 auch weiterhin das HBS 2001 in der aus den Vorgänger-Versionen bekannten Weise.

Verschiedentlich war die neue Version 7 von KNOBEL angekündigt worden. Die Herstellung des völlig neu erstellten Programms hat aber mehr Zeit beansprucht, weil die Programmierung der neuen HBS-Kapitel L5 und insbesondere S5 mit den unzähligen Formblättern und dem Fußgänger-Einfluss mehr Probleme bereitet hat, als es vorhersehbar war. Trotz der Neu-Programmierung wird die bekannte Benutzeroberfläche im wesentlichen beibehalten. Das heißt: die Benutzung des Programms erfolgt in der bekannten und bewährten Weise.

Selbstverständlich beherrscht KNOBEL7 auch weiterhin die Verfahren aus der Schweiz (VSS SN 640 022 von Mai 1999) und aus Österreich (RVS 03.05.12 von Mai 2007). Ebenso ist weiterhin die Rechentechnik für abknickende Vorfahrt nach einem Verfahren aus der Literatur (Brilon, Weinert) im Programm enthalten.

In der Startphase werden bei dem Neuerwerb von KNOBEL7 ermäßigte Einführungspreise angewendet (siehe Anhang →).

Näheres: <http://www.bps-verkehr.de/index.php/knobel.html>



## Updates der BPS-Programme

Damit Ihre Software stets aktuell bleibt, stellt BPS für alle Programme Updates bereit, sobald Verbesserungsmöglichkeiten erkannt wurden. Bisher waren diese Updates öffentlich im Internet zugänglich. Das Update erforderte ein aktives Handeln der Anwender. Die Vorgehensweise wird jetzt schrittweise, d.h. bei jedem Upgrade eines Programms, im Interesse der Anwender geändert. Der neue Ansatz steht unter dem Stichwort „automatische Updates“.

Hier prüft das Programm bei jedem Start, sofern der Rechner Zugang zum Internet hat, ob eine neue Version verfügbar ist. Diese wird dann automatisch installiert. Diese Automatik kann - wenn gewünscht - vom Anwender durch eine entsprechende Option unterbunden werden: dann erfolgt nur ein Hinweis auf die aktuellere Version beim Start des Programms. Dies automatische Update ist bisher bei AMPEL6 und KNOBEL7 (ab Version 7.1.3) vorhanden. Bei RASQEL4 und KNOBEL (bis 7.1.2) wird das Update per e-Mail verteilt. Alle ändern Programme erhalten ihre Updates bisher noch nach der alten Methode, d.h. der Anwender sollte sich regelmäßig auf der BPS-Homepage über die aktuelle Version informieren.

## HBS 2015: Fragen oder Fehler?

Für das HBS 2015 ist ein ungewöhnlich großer Aufwand zur Fehlervermeidung betrieben worden. Trotzdem sind Probleme keineswegs ausgeschlossen. Außerdem haben zahlreiche Anwender Fragen, weil sie für ihre Aufgabenstellungen nicht die Antwort in der Weise finden, wie Sie es aus dem HBS 2001 gewohnt waren. Außerdem gibt es Formulierungen im HBS,

die Anlass für Fragen geben. Mittelfristig soll dazu von der FGSV eine Internetpräsenz geschaffen werden, in der solche Fragen dokumentiert werden. Dies geht einher mit der bevorstehenden Gründung eines neuen Ausschusses in der FGSV der für die Pflege des HBS zuständig wird.

Es gibt aber bereits jetzt die Möglichkeit, derartige Fragen oder auch denkbare Fehler an die zuständigen Stellen in der FGSV zu richten.

Dazu genügt eine e-Mail an die FGSV ([info@fgsv.de](mailto:info@fgsv.de) siehe auch: [http://www.fgsv.de/hbs\\_fragebogen.html](http://www.fgsv.de/hbs_fragebogen.html)). Die Antwort wird wahrscheinlich nicht postwendend erfolgen – aber man kann gewiss sein, dass die richtigen Experten sich mit den Anfragen auseinandersetzen und dass eine kompetente Antwort erfolgt.

Spitzenreiter bei den bisher bekannt gewordenen Fragen ist: Wo sind die Ganglinien aus dem HBS2001-Kapitel 2 geblieben, die auch eine Hochrechnung von Stundenzählungen auf DTV-Werte erlaubten? Antwort: Das Thema hat nicht direkt mit der Bestimmung der Verkehrsqualität zu tun. Die neuen Kapitel A2, L2 und S2 dienen nur der Ermittlung der Bemessungsverkehrsstärke  $q_B$ . Deswegen sind Ganglinien im HBS 2015 nicht mehr enthalten. Wer aber mit Ganglinien rechnen will oder aus Stundenzählungen auf den DTV hochrechnen will, dem wird empfohlen, den Bericht von Arnold, Hedeler: „Hochrechnungsverfahren für Kurzzeitmessungen auf Hauptverkehrsstraßen in Großstädten“, Gelbe Reihe Nr. 1007, 2008 zu studieren. Hier finden sich die aktuellsten Antworten zu diesem Thema.

### Neues HCM 2016

Das amerikanische HCM von 2010 wird bereits jetzt fortgeschrieben. Bei der ISEHP-Konferenz in Berlin (Juni 2016) war von berufener Seite angekündigt worden, dass das TRB die Veröffentlichung für July / August 2016 eingeplant hat. Leider ist aber dieser Termin ohne Ergebnis verstrichen. Dennoch ist damit zu rechnen, dass in Kürze ein neues HCM auf dem Markt sein wird. Wer daran interessiert ist, kann sich auf der Homepage des TRB auf dem Laufenden halten: <http://www.trb.org>. Die Seite hält darüber hinaus eine Fülle von interessanter und aktueller Fachliteratur bereit.

### Regelwerke für Kreisverkehre in den USA:

In den USA hat man sehr viel später als in Europa mit der Einführung moderner Kreisverkehre begonnen. Inzwischen hat die Knotenpunktform aber bereits einen hohen Stellenwert gefunden. Viele der dortigen Lösungen wirken auf uns Mitteleuropäer aber befremdend, weil Sie einfach zu groß sind. Durch die zwischenzeitlichen Erfahrungen nähern sich die Dinge aber auch an.

Anders als in Europa stehen in den USA erhebliche Forschungsmittel bereit, um viele Aspekte der innovativen Knotenpunktform zu erkunden. Inzwischen ist es deswegen durchaus sinnvoll, amerikanische Berichte als Informationsquellen zu verwenden. Deswegen wird hier auf drei zentrale Dokumente hingewiesen.

Die aktuelle Richtlinie für Kreisverkehre in den USA ist ein ausführliches Handbuch, das voraussichtlich noch für einige Zeit der aktuelle Stand bleiben wird.

*Roundabouts: An Informal Guide – Second Edition. NCHRP Report 672*, Kostenloser download (22 MB):

<http://www.trb.org/main/blurbs/164470.aspx>

Darin gelten allerdings nicht mehr die Angaben über die Kapazität von Kreisverkehren. Neuere Untersuchungen haben höhere Werte ergeben als die Analysen von vor ca. 10 Jahren. Die neuen Werte sind im HCM 2016 (siehe oben) enthalten. Das BPS-Programm KREISEL wird in der bevorstehenden Version 8.2 diese neuen Regeln enthalten.

Seit kürzester Zeit gibt es auch eine Sammlung von Erfahrungen aus der Praxis: *Roundabout practices NCHRP Synthesis 488 TRB, 2016* (Kostenloser download (62 MB):

<http://www.trb.org/Publications/Blurbs/174181.aspx>)

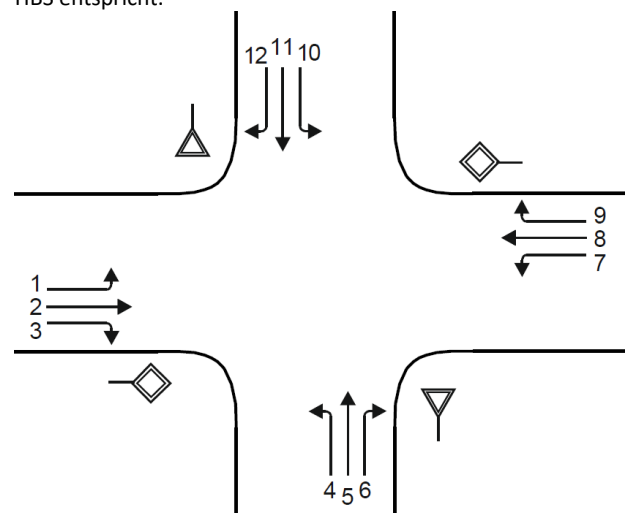
Interessant ist auch eine vergleichende Untersuchung über Kreisverkehre und Lichtsignalanlagen: *Evaluating the Performance of Corridors with Roundabouts, NCHRP Report 772, 2014*. Hier geht es um eine Folge von drei und mehr Knotenpunkten an einer Hauptverkehrsstraße, die mit einem der beiden Knotenpunkttypen ausgebaut ist. Die Forschungsarbeit gründet sich auf empirische Untersuchungen in den USA. Im Ergebnis wird eine praxisnahe Methode dargestellt, mit der man sich zwischen den beiden Typen entscheiden kann. Wesentliches Ziel ist dabei die Minimierung der Reisezeiten. Der Bericht kann hier herunter geladen werden: <https://www.nap.edu/download/22348>

### Hinweise zur Verwendung von AMPEL

Wir sprechen hier einige Fragen an, die im Zusammenhang mit dem Programm AMPEL6 gelegentlich auftauchen.

#### • Der Standardknoten

Grundlage eines jeden AMPEL-Projektes sollte der „Standardknoten“ sein. Dieser beschreibt einen 4-armigen Knotenpunkt mit 12 Strömen. Entscheidend ist dabei die Nummerierung der Knotenpunktarme und Ströme, die dem HBS entspricht.



Es wird stets auf der linken Seite (Westen) begonnen und dann gegen den Uhrzeigersinn gezählt. Somit handelt es sich bei dem Strom 7 immer um den Linksabbieger aus der Zufahrt 3 und Strom 5 ist immer der Geradeausfahrer der Zufahrt 2. Vorteil bei der Verwendung des Standardknotens sind die vielen Voreinstellungen, die AMPEL bereits für den Anwender

tätigt. Angefangen bei den Abbiegerichtungen für die einzelnen Ströme bis hin zur Verriegelungsmatrix, denn die Ströme 1 und 4 sind immer miteinander unverträglich. Selbst dann, wenn Sie nur einen 3-armigen Knotenpunkt bearbeiten und die Zufahrt 3 (Osten) nicht vorhanden ist.

Auch die einfachste Art eines signalisierten Knotenpunktes, den man sich vorstellen kann - eine signalisierte Fußgängerquerungsstelle auf der freien Strecke - soll zunächst einmal als Standardknoten mit 4 Zufahrten (die Zufahrten 2 und 4 fehlen), 12 Strömen (dann sind nur die Ströme 2 und 8 vorhanden) und einer Fußgängersignalgruppe definiert werden.

Erst wenn Sie mehr als 4 Zufahrten, also z.B. einen 5-armigen Knotenpunkt bearbeiten wollen, müssen Sie auf den Standardknoten verzichten, was zusätzliche Konzentration bei der Arbeit erfordert. Aber auch hier gilt: Die Zählreihenfolge für die Zufahrten und Ströme beginnt immer an der linken Zufahrt (Westen) und wird dann gegen den Uhrzeigersinn fortgeführt. Bei einem stark aufgeweiteten Knotenpunkt oder zwei sehr eng beieinander liegenden Knotenpunkten, die als eine Einheit berechnet werden sollen, ist zusätzlich darauf zu achten, dass die Ströme einer Zufahrt immer von der Fahrbahnmitte zum Fahrbahnrand – in Fahrtrichtung gesehen von links nach rechts – nummeriert werden.

#### • Freie Rechtsabbieger

Manchmal kommt es vor, dass an Knotenpunkten der Rechtsabbieger neben einer Dreiecksinsel mit einem kurzen Aufstellstreifen ohne Signalisierung geführt wird. Hier stellt sich dann meist nicht die Frage nach der Wartezeit oder der Leistungsfähigkeit sondern nach den Stauraumlängen. Auch dieses Problem lässt sich mit AMPEL relativ einfach berechnen (inklusive Wartezeit und Kapazität). Gehen wir einmal davon aus, dass es sich bei dem zu betrachtenden Rechtsabbieger um den Strom 6 handelt (Stromnummern siehe Bild oben). Da dieser Strom nicht signalisiert ist, heißt das doch, dass hier der Verkehr während der gesamten Umlaufzeit abfließen könnte (Grün während der gesamten Umlaufzeit). Gleichzeitig muss er aber den Strömen 2 und 10 die Vorfahrt gewähren. Kommt Ihnen das irgendwie bekannt vor? Ein Strom muss während seiner eigenen Grünzeit zwei anderen Strömen den Vorrang einräumen? Richtig, genauso verhält es sich mit dem Linksabbieger und seinem bedingt verträglichen Gegenverkehr. Und genauso wird es auch innerhalb von AMPEL berechnet. Sie müssen nur noch die richtigen Einstellungen vornehmen:

1. Der Strom 6 (Rechtsabbieger) bekommt einen kurzen Aufstellstreifen mit einer Länge von z.B. 20 m zugewiesen.
2. Für den Strom 6 wird eine eigene Signalgruppe angelegt.
3. In dem Formular *Freigabezeit + Signalbild* wird für diese Signalgruppe im Signalbild die Grünzeit auf *Gelbblinker* gestellt. Damit erfolgt dann später eine korrekte Darstellung im Signalzeitenplan.
4. In der *Verriegelungsmatrix zwischen den Strömen* werden die Felder S2/S6 und S6/S10 mit einem b (bedingt verträglich) ausgefüllt.
5. In der darauf folgenden Tabelle wird die Wartepflicht für den Strom 6 auf 1 (Kfz und Fußgänger) gesetzt. Als bedingt verträgliche Ströme werden in dieser Zeile die Ströme 2 und 10 eingetragen.
6. Nun können Sie den Signalzeitenplan neu berechnen, optimieren, anzeigen, usw.

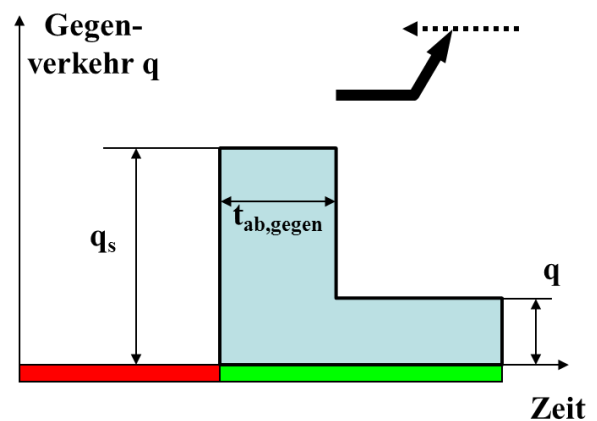
Im Formblatt 2 des HBS werden für den kurzen Aufstellstreifen die zur Verfügung stehenden Aufstellplätze ( $n_k$ ) und die errechnete mittlere Rückstaulänge bei Maximalstau ( $N_{MS}$ ) angegeben. Ist die vorhandene Anzahl der Aufstellplätze größer als der Maximalstau ( $n_k > N_{MS}$ ), dann wird der kurze Aufstellstreifen im Folgenden wie ein unendlich langer Fahrstreifen behandelt. Reicht die vorhandene Anzahl der Aufstellplätze nicht aus ( $n_k < N_{MS}$ ), dann werden der kurze Aufstellstreifen und der angrenzende Fahrstreifen im Folgenden als eine Einheit betrachtet (Fahrstreifen mit kurzem Aufstellstreifen). Somit wird dann auch für dieses Konstrukt eine entsprechende Kapazität ( $C_k$ ) berechnet. Die Wartezeiten und Rückstaulängen werden in beiden Fällen nach den Vorgaben des HBS errechnet.

#### • Bedingt verträgliche Linksabbieger: „Theorie“ nach HBS

In einem 2- oder 3-Phasen-System werden vielfach Linksabbieger, deren Verkehrsstärke gering ist, gleichzeitig mit dem Gegenverkehr freigegeben. Man nennt das „bedingt verträgliche“ Linksabbieger. Der Linksabbieger muss dann dem Gegenverkehr nach StVO Vorfahrt gewähren. Fraglich ist, wie groß dann die Kapazität für den Linksabbieger ist.

Im HBS 2015 ist dafür eine neue Vorgehensweise entwickelt worden. Die Denkweise dahinter ist sehr deterministisch und sie ist insofern eher einfach. Die Anwendung kann aber äußerst kompliziert werden – komplizierter als der reale Sachverhalt es rechtfertigt. Im HBS ist der Hintergrund nicht ausreichend erklärt. Deswegen wird hier der Versuch unternommen, dies nachzuholen.

Die Idee lässt sich gedanklich am besten mit dem folgenden Bild erläutern. In diesem Bild wird der Abfluss des Gegenverkehrs (nicht des Linksabbiegers) über die Zeit vereinfacht dargestellt.



Während der Sperrzeit (Rotzeit) ist die Verkehrsstärke des Abflusses = 0. Der ankommende Gegenverkehr staut sich an der Haltelinie auf. Je länger die Sperrzeit und je größer die Verkehrsstärke  $q$  ist, desto länger wird der Stau. Mit dem Freigabezeitbeginn (Grünbeginn) baut sich der Stau im Gegenverkehr ab. Solange Rückstau besteht, fließen die Fahrzeuge mit ihrer Sättigungsverkehrsstärke  $q_s$  ab. Bis zum vollständigen Abbau des Staus im Gegenverkehr dauert es  $t_{ab,gegen}$  Sekunden. Während dieser Zeit kann kein Linksabbieger abfahren. Der Knotenpunkt wird für den Linksabbieger durch den Gegenverkehr blockiert.

Erst wenn sich der Stau im Gegenverkehr aufgelöst hat, kommen die Fahrzeuge des Gegenverkehrs nur noch mit der Verkehrsstärke  $q$  an der Haltelinie an. Hier können sich dann durchaus größere Lücken im Gegenverkehrsstrom auftun, die der Linksabbieger zum Abfließen nutzen kann (Durchsetzen). Für diesen Zeitraum, der im HBS als  $t_{F,durch}$  bezeichnet ist, wird die Theorie der Grenzeitlücken – wie bei den Vorfahrt-Knotenpunkten – angesetzt. Hieraus wird dann die Kapazität des bedingt verträglichen Linksabbiegers aus Durchsetzen bestimmt.

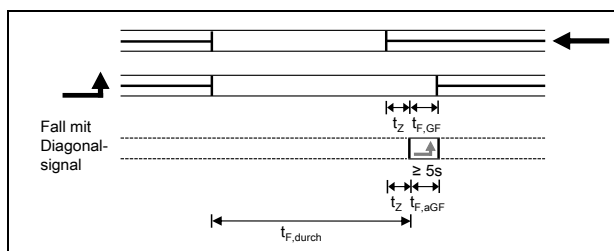
Je nachdem wie die Freigabezeit des Linksabbiegers zu der des Gegenverkehrs liegt, können noch zusätzliche Kapazitäten aus geschützten Vorgabezeiten (Fall 2 nach HBS), Zugabezeiten (Fall 4 nach HBS) oder Phasenwechsel hinzukommen. In AMPEL werden diese Kapazitäten auf die Sekunde genau streng nach dem Ansatz des HBS errechnet. Das im Text des HBS und seinen Graphiken (Bild S4-8 / S4-9) enthaltene Verfahren ist dagegen nur eine Näherung.

#### • Bedingt verträgliche Linksabbieger im HBS-Text

Der im HBS grafisch aufbereitete Lösungsweg ist nur dann korrekt, wenn die Grünzeiten des Linksabbiegers und des Gegenverkehrs gleichzeitig enden. Ansonsten stellt der Rechenweg nur eine Näherungslösung dar. Besonders deutlich wird dies, wenn man das Ende der Grünzeit des Gegenverkehrs gegenüber dem Ende der Grünzeit des Linksabbiegers um mehr als  $t_z$  (= Zwischenzeit) Sekunden zurücknimmt.

Wenn so der Gegenverkehr eher anhalten muss, sollte man eigentlich erwarten, dass die Kapazität des Linksabbiegers größer wird. Tatsächlich wird bei der HBS-Berechnung die Kapazität des Linksabbiegers aber kleiner. Dies liegt daran, dass bei einer Rücknahme um mehr als  $t_z$  Sekunden, der Nachlauf des Linksabbiegers, der kleiner als 5 s ist, nach HBS nicht mehr für ein Durchsetzen genutzt werden kann. Die Durchsatzfreigabezeit  $t_{F,durch}$  wird also kleiner, da sie an das Grünende des Gegenverkehrs zuzügl.  $t_z$  gekoppelt ist (vergl. auch das folgende Bild S4-7 aus dem HBS2015). Erst wenn der Versatz der Grünenden mindestens  $(t_z + 5s)$  beträgt, steht dem Linksabbieger wieder die komplette Grünzeit zur Verfügung, entweder als Durchsatzfreigabezeit oder als Zugabezeit.

Wenn für den Linksabbieger kein Diagonalsignal geschaltet wird, dann entfallen zusätzlich 2 s von der Zugabezeit, in denen im HBS-Modell NICHTS passiert. D.h. bis zum Ende von  $t_z$  findet ein Durchsetzen statt, dann steht alles für 2s still und anschließend beginnt die Zugabezeit.



Quelle: Bild S4-7, HBS2015

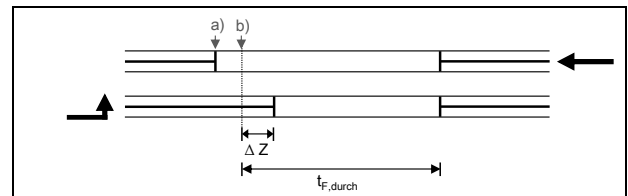
Insbesondere der als Erstes beschriebene Fall (Rücknahme des Grünendes des Gegenverkehrs um mehr als  $t_z$ , aber weniger als  $(t_z + 5s)$  Sekunden, was rechnerisch zu einer Reduzierung der Kapazität des Linksabbiegers - bei gleicher Grünzeit - führt,

ist praktisch nicht nachvollziehbar und offensichtlich sinnlos. In AMPEL werden deshalb Zugabezeiten, die kleiner als 5 s sind oder aufgrund eines fehlenden Diagonalsignals nicht als Zugabezeit gerechnet werden dürfen, der Durchsatzfreigabezeit zugeordnet. Somit kommt es nicht zu dem Phänomen, dass bei der Bildung eines Nachlaufs für den Linksabbieger – sei es, dass die Grünzeit des Gegenverkehrs zurückgenommen oder die Grünzeit des Linksabbiegers verlängert wird – die Kapazität des Linksabbiegers reduziert wird.

Es kann damit gerechnet werden, dass an dieser Stelle das HBS korrigiert wird, wenn die entsprechenden Gremien ihre Arbeit an der Pflege des HBS aufgenommen haben.

#### • Bedingt verträgliche Linksabbieger (Hinzuschaltung)

Werden die Linksabbieger dem Gegenverkehr hinzugeschaltet, so ist nach HBS ein Wert  $\Delta Z$  zu ermitteln, der den Zeitversatz zur Berücksichtigung des Abfluss gestauter Fahrzeuge des Gegenverkehrsstroms berücksichtigen soll (siehe folgendes Bild). Dieser Wert ist als Korrekturwert aufzufassen, um auch für diesen Fall die Bilder S4-8 und S4-9 (diese gelten nur, wenn Linksabbieger und Gegenverkehr identische Freigabezeiten haben) anwenden zu können. Die Berechnung des Zeitversatzes  $\Delta Z$  nach Formel S4-10 des HBS erfolgt nicht etwa nach mathematischen Gegebenheiten, sondern Sie stellt eine eher willkürliche Rechenvorschrift dar, die aber in vielen Anwendungsfällen näherungsweise zutrifft.



Quelle: Bild S4-4, HBS2015

In AMPEL wird für das Durchsetzen des Gegenverkehrs nicht nach dem Näherungsverfahren im Text des HBS sondern immer nach den im Anhang des HBS angegebenen genaueren Formeln gerechnet. Deswegen erübrigt sich in AMPEL die Berechnung des Zeitversatzes  $\Delta Z$ . AMPEL hält sich streng an die im HBS hinterlegte Theorie und vollzieht diese exakt. Etwaige Korrekturwerte, die für Ablesewerte aus den Diagrammen des HBS benötigt werden, benötigt AMPEL deshalb nicht.

