

Leitfaden für Sonderlösungen zum Baum- und Objektschutz an Landstraßen 1. Aktualisierung



Erstellt durch die Bundesanstalt für Straßenwesen
mit Unterstützung des Bund-Länder Arbeitsgremiums Schutzeinrichtungen

Bergisch Gladbach, 02.11.2020

Inhalt

1	Einleitung	5
2	Planung und Ausführung Baum- und Objektschutz.....	6
	2.1 BEGRIFFE	6
	2.2 VORGEHENSWEISE	7
	2.3 UMGANG MIT OBJEKTEN	8
	2.4 ALLGEMEINE HINWEISE ZUR AUSFÜHRUNG.....	8
	2.5 ALLGEMEINE HINWEISE ZUR AUSSCHREIBUNG.....	15
3	Beispielkatalog	16
	3.1 EINZELHINDERNISSE	16
	3.2 BAUMREIHEN.....	18
	3.3 ALLEEN.....	19
	3.4 EINMÜNDENDE STRAßEN, WEGE UND ZUFahrTEN (UNTERBRECHUNGEN).....	20
	3.5 BEISPIELE GRENZWERTIGER SONDERLÖSUNGEN	22
4	Literaturverzeichnis.....	24

1 Einleitung

Die Unfallentwicklung im Hinblick auf tödlich verletzte Verkehrsteilnehmer gibt nach wie vor Anlass zur Sorge. Hier sind insbesondere auf Landstraßen besonders viele Unfälle mit schwersten Folgen zu verzeichnen. Im Jahr 2019 kamen 1.758 Personen (58 % aller im Straßenverkehr Getöteten) auf Landstraßen ums Leben. Mehr als ein Drittel davon starben nach einem Anprall auf einen Baum oder ein anderes Hindernis neben der Fahrbahn. Diese Werte machen deutlich, dass im Bereich der Bäume und Hindernisse an Landstraßen ein nennenswertes Sicherheitspotential vorhanden ist, welches derzeit noch nicht vollständig ausgeschöpft ist.

Bäume gelten als Hindernisse im Sinne der RPS 2009, wenn ihr Stammumfang mehr als 25 cm beträgt. Dies entspricht einem Durchmesser von ca. 8 cm. Sie sind dann als nicht verformbare punktuelle Einzelhindernisse im Sinne der RPS 2009 zu behandeln (vgl. ARS 28/2010). Aus diesem Grund werden im vorliegenden Leitfaden nur solche Bäume behandelt, die als Hindernisse einzustufen sind.

Wird eine Nachrüstung von Schutzeinrichtungen im Bereich von Bäumen und Objekten aus Sicht der Verkehrssicherheit für erforderlich gehalten, können diese Situationen teilweise durch Regellösungen nach RPS 2009 abgesichert werden. Örtlichkeiten mit beengten Verhältnissen im Hinblick auf den Abstand der Hindernisse zum Fahrbahnrand, lassen häufig jedoch keine Standardlösungen zu, weshalb hier Sonderlösungen zum Baum- und Objektschutz erforderlich werden. Diese sind nach Abschnitt 3.1 (5) der RPS 2009 in begründeten Ausnahmefällen zulässig.

Zur Verbesserung der Verkehrssicherheit auf Landstraßen wurde daher in Zusammenarbeit mit dem Bund-Länder Arbeitsgremium Schutzeinrichtungen dieser Leitfaden im Jahr 2017 erarbeitet, in dem Hinweise für die Ausführung von Sonderlösungen zum Baum- und Objektschutz für Strecken im Bestand, bei denen eine nachträgliche Absicherung durch Schutzeinrichtungen beabsichtigt wird, gegeben werden. Die nun vorliegende 1. Aktualisierung berücksichtigt neben neuen am Markt verfügbaren Fahrzeug-Rückhaltesystemen auch die Erkenntnisse und Erfahrungen, die in den vergangenen drei Jahren mit der Nachrüstung gesammelt wurden.

Ziel des Leitfadens ist es, durch eine Auflistung der Aspekte, die für die Auswahl einer sinnvollen Absicherung relevant sein können, den Anwender bei der Entscheidungsfindung für eine bestmögliche Systemwahl und deren Ausführung zu unterstützen. Zusätzlich sollen hiermit einheitliche Lösungen für ähnliche Randbedingungen gefördert werden.

Es ist zu beachten, dass die aufgezeigten Sonderlösungen häufig eine an die Örtlichkeit angepasste Sonderkonstruktion beschreiben. Da es sich bei diesen Sonderkonstruktionen um Lösungen handelt, die von der Situation in der Anprallprüfung der Fahrzeug-Rückhaltesysteme abweichen, kann bei einem Anprall nicht von der vollständigen Leistungsfähigkeit aus der CE-Kennzeichnung (sofern diese verfügbar ist) ausgegangen werden.

Die endgültige Entscheidung über eine geeignete Systemlösung und deren Ausführung liegt letztendlich immer beim Straßenbaulastträger. Pauschale und allgemeingültige Entscheidungen können hier nicht vorgegeben werden, da diese immer von der örtlichen Situation abhängig sind.

2 Planung und Ausführung Baum- und Objektschutz

2.1 Begriffe

Nachfolgend werden Begriffe definiert, die im Zusammenhang mit den in diesem Leitfaden enthaltenen Empfehlungen verwendet werden. Es ist zu beachten, dass es in den Ländern in verschiedenen Regelungen auch hiervon abweichende bzw. konkretere Definitionen geben kann.

Allee: Beidseitige Baumreihe entlang der Straße.

Baumreihe: Bäume, die in einer Reihe parallel zum Straßenverlauf stehen. Der Abstand der Bäume untereinander kann variieren. Eine Baumreihe besteht aus mindestens drei Bäumen innerhalb einer Strecke von 100 m.

Einzelbaum: Als Einzelbaum wird ein Baum am Fahrbahnrand außerhalb einer Baumreihe bezeichnet.

Einmündung Sonderlösung (EMS): Die Bezeichnung wird als Beschreibung einer speziellen Konstruktion von Schutzeinrichtungen verwendet, die in eine bestehende Streckenschutzeinrichtung ohne Verwendung von Übergängen integriert werden kann. EMS sind Schutzeinrichtungen, die sich eignen, in engen Radien von Einmündungen aufgestellt zu werden, um dort Gefahrenstellen abzusichern. Die EMS wird direkt an das Streckensystem angeschlossen.

Fahrzeug-Rückhaltesystem (FRS): An Straßen errichtetes System, welches ein von der Fahrbahn abkommendes Fahrzeug aufhalten oder zurückleiten bzw. umlenken soll (Schutzeinrichtung, Übergangskonstruktion, Anfangs- und Endkonstruktion sowie Anpralldämpfer).

Kurze Schutzeinrichtung (KSE): Schutzeinrichtung mit kleiner Länge und einer integrierten Anfangs- und Endkonstruktion. KSE sind SE, die sich eignen, punktuelle Einzelhindernisse bzw. Hindernisse mit geringer Ausdehnung im Sinne der RPS 2009 abzusichern (siehe auch KSE 2020).

Objekt: Unter dem Begriff Objekte werden hier alle potentiellen Hindernisse nach RPS 2009 zusammengefasst, die keine Bäume sind.

Sonderkonstruktion: Konstruktion, die auf Basis eines nach DIN EN 1317 positiv geprüften Fahrzeug-Rückhaltesystems an die örtliche Situation angepasst wird, selbst jedoch nicht geprüft sein muss (Veränderungen an den Bauteilen eines Systems). Sonderkonstruktionen im Sinne der ZTV FRS dürfen nur dann eingesetzt werden, wenn keine alternative Regellösung verfügbar ist und dadurch eine Verbesserung der Verkehrssicherheit erwartet werden kann.

Sonderlösung: Lösung, die im Sinne dieses Leitfadens für besonders beengte Verhältnisse angewendet werden darf, auch wenn die Ausführung nicht in sämtlichen Belangen den geltenden Regelwerken entspricht. Dies bezieht sich insbesondere auf die Einschränkung der Wirkungsbereiche, die Position der Schutzeinrichtung zum Fahrbahnrand sowie die Aufstelllängen. Sonderlösungen beschreiben i.d.R. keine Veränderungen an den Bauteilen eines Systems, können aber in Ausnahmen auch aus einer Sonderkonstruktion bestehen.

Waldstrecke: Als Waldstrecken werden hier Straßenabschnitte bezeichnet, die durch ein Waldgebiet führen. Hierzu gehören auch Strecken, bei denen sich das Waldgebiet nur auf einer Straßenseite befindet.

2.2 Vorgehensweise

Die Auswahl eines geeigneten Fahrzeug-Rückhaltesystems erfolgt in Abhängigkeit der erforderlichen Aufhaltstufe und des Wirkungsbereichs. An Landstraßen, auf denen in der Regel eine zulässige Höchstgeschwindigkeit V_{zul} von ≤ 100 km/h gilt, ist nach RPS 2009 bei nicht verformbaren Hindernissen am Fahrbahnrand (Gefährdungsstufe 3) die Aufhaltstufe N2 erforderlich. Bei Geschwindigkeiten von $V_{zul} < 60$ km/h ist nach RPS 2009 keine Absicherung durch Schutzeinrichtungen nötig. Für die hier gesuchten Sonderlösungen zum Baum- und Objektschutz werden daher in der Regel Schutzeinrichtungen der Aufhaltstufe N2 benötigt.

Der erforderliche Wirkungsbereich ergibt sich aus den örtlichen Randbedingungen. Aus den geltenden Regelwerken RAL 2012 und RPS 2009 geht hervor, dass der Abstand s von Schutzeinrichtungen vom baulichen Fahrbahnrand (Bezugslinie) mindestens 0,5 m betragen soll. In Ausnahmefällen kann dieser nach den Einsatzempfehlungen (BASt 2020) auf $s = 0,25$ m reduziert werden. Aus den Regelanforderungen ergeben sich für Bäume und Objekte die in Bild 1 und Tabelle 1 in Abhängigkeit des Abstands zum Fahrbahnrand dargestellten erforderlichen Wirkungsbereiche.

Steht ein Hindernis beispielsweise in einem Abstand von 1,6 m vom Fahrbahnrand entfernt und soll der Regelabstand ($s = 0,5$ m) eingehalten werden, so ist eine Schutzeinrichtung mit einem Wirkungsbereich von maximal 1,1 m erforderlich. Dies kann in der Regel mit Systemen der Wirkungsbereichsklasse W4 ($\leq 1,3$ m) nicht erreicht werden. Um die Einhaltung des Wirkungsbereichs sicher zu gewährleisten, wäre hier die Wirkungsbereichsklasse W3 ($\leq 1,0$ m) erforderlich.

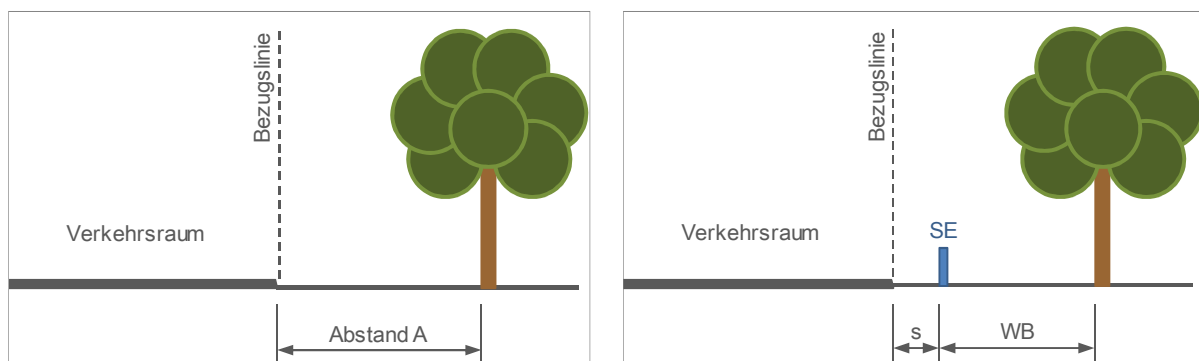


Bild 1: Randbedingungen zur Ermittlung des relevanten Wirkungsbereichs

Abstand A (mit $s = 0,50$ m)	Wirkungsbereich WB Klasse	[m]
$1,5 \text{ m} \leq A < 1,8 \text{ m}$	W3	$\leq 1,0 \text{ m}$
$1,3 \text{ m} \leq A < 1,5 \text{ m}$	W2	$\leq 0,8 \text{ m}$
$A < 1,3 \text{ m}$	W1	$\leq 0,6 \text{ m}$

Tabelle 1: Zusammenhang zwischen Abstand Hindernis zum Fahrbahnrand und erforderlichem Wirkungsbereich, Regelfall $s = 0,5$ m

Zur Unterstützung der Planung sollen im vorliegenden Leitfaden im Wesentlichen Sonderlösungen für Bereiche aufgezeigt werden, in denen aufgrund örtlich beengter Randbedingungen keine bzw. wenige Regellösungen nach RPS 2009 möglich sind. Daher werden hier als Schwerpunkt solche Randbedingungen betrachtet, bei denen die Bäume bzw. Objekte einen Abstand von $< 1,3$ m vom Fahrbahnrand haben. Bei einem Regelabstand ($s = 0,5$ m) der Schutzein-

richtung betrifft dies Lösungen für Situationen, für die Systeme mit dem Wirkungsbereich W1 gerade noch oder nicht mehr ausreichend sind. Regelkonforme Lösungen sind auch bei geringeren Abständen der Bäume bzw. Objekte zum Fahrbahnrand möglich, wenn die Schutzeinrichtung unter den Randbedingungen der Gefahrenstelle geprüft wurde und die Funktionsweise nicht beeinträchtigt wird (siehe Abschnitt 3.3.1.3 (5) RPS 2009).

Sind Bäume bzw. Objekte in Dammbereichen vorhanden, müssen zusätzliche Kriterien hinsichtlich des abfallenden Geländes hinter dem Bankett beachtet werden (ausreichend kleiner Wirkungsbereich oder Schutzeinrichtung mit Böschung geprüft).

Sofern keine Regellösung gefunden werden kann, stellt eine Einschränkung des Wirkungsbereichs von Schutzeinrichtungen in vielen Fällen eine bessere und sicherere Lösung dar, als gar keine Absicherung vor Bäumen bzw. Objekten am Fahrbahnrand.

In Abschnitt 2.4 werden hierzu allgemeine Hinweise gegeben, die bei der Planung und Ausführung von Schutzeinrichtungen für den hier beschriebenen Zweck beachtet werden sollten. Konkrete Beispiele sowie verschiedene Lösungsmöglichkeiten für besonders beengte Verhältnisse werden in Form von häufig auftretenden Situationen in Abschnitt 3 dargestellt.

2.3 Umgang mit Objekten

Bei Objekten mit dichtem Abstand zum Fahrbahnrand (z.B. Strommasten, kleine Mauern im Bereich von Durchlässen, Kopfbereiche von Stützmauern), die das Risiko schwerer Unfallfolgen bei Abkommensunfällen erhöhen, soll zuerst immer eine Versetzung außerhalb der kritischen Abstände nach RPS 2009 bzw. ein Rückbau oder eine sichere bauliche Umgestaltung angestrebt werden.

Ist dies aus technischen oder anderen Gründen nicht möglich, können die in diesem Leitfaden beschriebenen Lösungen zur nachträglichen Absicherung von Bäumen analog auch auf andere Objekte übertragen werden.

Für eine gewisse Art von Objekten ist der Verzicht auf passive Schutzeinrichtungen nach RPS 2009 möglich, sofern diese als „umfahrbar“ bzw. „abscherbar“ gelten. Eine Einordnung von Objekten in diese Kategorien im Hinblick auf die passive Sicherheit wird derzeit untersucht. Aufgrund der bislang fehlenden Erkenntnisse wird daher an dieser Stelle nicht näher auf diese Unterscheidung eingegangen. Nähere Hinweise hierzu ergeben sich aus dem ARS 21/2000 sowie den Handlungsempfehlungen zur Anwendung der RPS 2009 (siehe Maier R. et. al, 2014).

2.4 Allgemeine Hinweise zur Ausführung

Unabhängig von konkreten Beispielsituationen werden nachfolgend allgemeine Hinweise und Empfehlungen formuliert, die bei einer Planung und Ausführung von Schutzeinrichtungen bei Bäumen bzw. Objekten nahe am Fahrbahnrand beachtet werden sollten.

2.4.1 Reduzierter Regelabstand

Bei beengten Verhältnissen stellt die Reduktion des Regelabstands s auf bis zu 0,25 m eine praktikable Sonderlösung dar, um Schutzeinrichtungen möglichst so aufzustellen, dass der Wirkungsbereich frei von Hindernissen bleibt. Bei Straßenquerschnitten im Bestand von $< 6,0$ m Breite (mindestens 6,0 m entsprechend RQ 9,0 nach RAL 2012), sollte ein Abstand von 6,50 m zwischen den Schutzeinrichtungen ($6,0 \text{ m FB} + 2 \cdot 0,25 \text{ m}$) zur Gewährleistung des Begegnungsverkehrs nicht unterschritten werden. In diesen Fällen sollte der Regelabstand nur so weit verkleinert werden, dass diese Mindestbreite zwischen den Schutzeinrichtungen bestehen bleibt. In Bild 2 sind die Zusammenhänge zwischen Fahrbahnbreite b und Regelabstand s dargestellt.

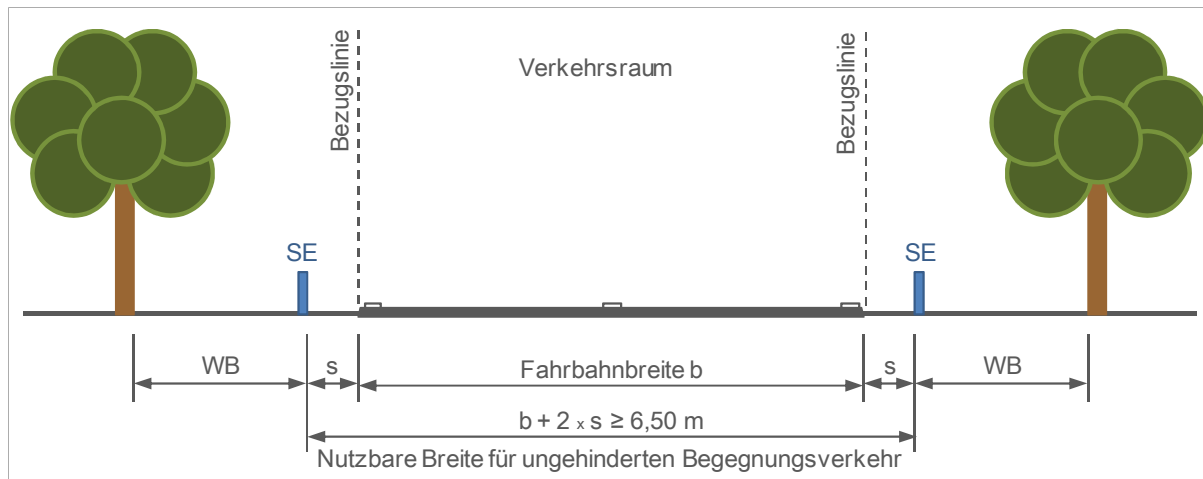


Bild 2: Grenzwerte für die Querschnittsgestaltung zur Gewährleistung eines ungehinderten Begegnungsverkehrs

Generell sollte der zur Verfügung stehende Verkehrsraum nur so weit eingeschränkt werden, dass der Schwerverkehr und der ggfs. vorhandene landwirtschaftliche Verkehr weiterhin sicher abgewickelt werden können. Wenn Begegnungsverkehr von Kraftfahrzeugen und Anhängern mit einer höchstzulässigen Breite von 3,0 m gem. StVZO Teil B III. § 32 Abs. 1 Nr. 2 erwartet wird, ist (unter Berücksichtigung der Außenspiegel) ein Abstand zwischen den Schutzeinrichtungen von 7,0 m wünschenswert (entspricht RQ 9,0 nach RAL 2012 mit Einhaltung eines Regelabstands $s = 0,5 \text{ m}$ auf beiden Seiten der Straße).

Lassen die örtlichen Randbedingungen eines Streckenabschnitts einen Abstand von 6,50 m zwischen den Schutzeinrichtungen nicht zu, so sollte in Alleen mit erhöhtem Gefährdungspotential für abkommende Fahrzeuge trotz Querschnitteinschränkung eine Absicherung mit Schutzeinrichtungen vorgenommen werden. Im Rahmen einer örtlichen Einzelfallprüfung ist hier eine Abwägung zwischen Querschnitteinschränkung und Gefährdungspotential vorzunehmen. Erfahrungen der Länder haben gezeigt, dass der ortsübliche Straßenverkehr auch mit gewissen Einschränkungen der Breiten noch ohne erhebliche Behinderungen abgewickelt werden kann.

Falls aufgrund von sehr schmalen Querschnitten keine durchgehenden Schutzeinrichtungen auf beiden Seiten der Straße eingebaut werden können, sind auch andere Maßnahmen, wie z.B. eine Absicherung der Allee mit durchgehender Schutzeinrichtung auf der einen und einer Schutzeinrichtung mit regelmäßigen Unterbrechungen als Ausweichstellen auf der anderen Seite, denkbar. Das Entfernen von Bäumen sollte ausschließlich als „Ultima Ratio“ in Frage kommen.

Eine Reduktion von s auf weniger als 0,25 m darf nur in begründeten Ausnahmen vorgenommen werden, wenn eine alternative Lösung nicht umsetzbar ist (z.B. als teilweise Einengung) und eine Einschränkung des Wirkungsbereichs bereits ausgenutzt wurde (siehe auch Abschnitt 2.4.2).

Bei der Überlegung für eine Einengung des Querschnitts durch die Aufstellung von Schutzeinrichtungen auf beiden Seiten der Straße, sind auch mögliche Auswirkungen auf einen potentiell vorhandenen Rad- bzw. Fußgängerverkehr zu berücksichtigen. Durch die Einengung der Bankettbereiche kann für diese Verkehrsteilnehmer ein neues Gefährdungspotential entstehen (keine Ausweichmöglichkeiten), welches bei der Abwägung für die bestmögliche Lösung ebenfalls berücksichtigt werden muss.

2.4.2 Hindernisse innerhalb des Wirkungsbereichs

Nach den Einsatzempfehlungen für Fahrzeug-Rückhaltesysteme (BASt 2020) können bei fehlender Verfügbarkeit geeigneter Systeme bei beengten Verhältnissen auch Schutzeinrichtungen mit der nächstgrößeren Wirkungsbereichsklasse eingesetzt werden, sofern es sich bei der Gefahrenstelle nicht um ein einsturzgefährdetes Hindernis handelt.

Bei der Nachrüstung von Schutzeinrichtungen im Bestand ist eine Abwägung vorzunehmen, ob die Schutzeinrichtung näher an den Fahrbahnrand gerückt werden soll, oder das Hindernis innerhalb des Wirkungsbereichs stehen darf. Bei sehr schmalen Querschnitten kann es erforderlich sein, beide Lösungsansätze zu kombinieren. Bei Schutzeinrichtungen auf beiden Seiten der Straße ist Punkt 2.4.1 besonders zu beachten. In Tabelle 2 werden die Vor- und Nachteile eines reduzierten Regelabstands und eines eingeschränkten Wirkungsbereichs gegenübergestellt.

Befindet sich bei der Einhaltung des Regelabstands ($s = 0,5 \text{ m}$) nur eine geringe Anzahl von Hindernissen im Wirkungsbereich, sollte bei der Abwägung zwischen einer Verringerung des Regelabstandes und / oder der Inkaufnahme von Hindernissen innerhalb des Wirkungsbereichs die Einhaltung des Regelabstandes im Streckenzug angestrebt werden (insbesondere bei geringen Fahrbahnbreiten).

Maßnahme	Vorteile	Nachteile
Hindernis innerhalb des Wirkungsbereichs	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lösung für beengte Verhältnisse möglich ▪ Einhaltung Regelabstände 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wirkungsweise der Schutzeinrichtung kann von Verhalten in der Anprallprüfung abweichen ▪ Einsatz geprüfter, aber nicht CE-gekennzeichneter Produkte als Sonderkonstruktion
Reduzierter Regelabstand, $s_{\min} = 0,25 \text{ m}$	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Freihalten des Wirkungsbereichs um volle Leistungsfähigkeit der SE zu gewährleisten ▪ Regelkonforme Aufstellung SE ▪ ggfs. angepasstes Geschwindigkeitsniveau insbesondere bei geringen Fahrbahnbreiten 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einschränkung des Verkehrsraums und des seitlichen Sicherheitsraums ▪ ggfs. Tunneleffekt bei Schutzeinrichtungen auf beiden Seiten der Straße ▪ ggfs. zusätzliches Gefährdungspotential für Fußgänger bzw. Radfahrer
Minimaler Regelabstand $s < 0,25 \text{ m}$	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Absicherung ist in der Regel besser als keine Maßnahme 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Deutliche Einschränkung des Verkehrsraums und des seitlichen Sicherheitsraums ▪ ggfs. zusätzliches Gefährdungspotential für Fußgänger bzw. Radfahrer

Tabelle 2: Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile eines reduzierten Regelabstands und eines eingeschränkten Wirkungsbereichs

Sind bei Strecken im Bestand bereits Schutzeinrichtungen vorhanden, bei denen Hindernisse innerhalb des Wirkungsbereichs stehen, kann als verbessernde Maßnahme auch die Ergänzung von zusätzlichen Pfosten zur Verringerung des Wirkungsbereichs überprüft werden. Dies würde sich z.B. bei dem System ESP 4.0 (N2 W5) anbieten, welches in ESP 2.0 (N2 W4) umgerüstet werden könnte.

2.4.3 Schutz von Baumwurzeln

Um die Wurzeln von bestehenden Bäumen am Fahrbahnrand durch den Aufbau neuer Schutzeinrichtungen nicht zu beschädigen und einen reibungslosen Aufbau zu gewährleisten, sollten bei der Absicherung spezielle Konstruktionen für den Baumschutz oder Schutzeinrichtungen mit möglichst großen Pfostenabständen im Bereich der Wurzeln (erforderliche Aufhaltestufe beachten) bevorzugt verwendet werden (siehe auch *Entwicklung von Handlungsempfehlungen zur Anwendung der RPS 2009*, BMVI Heft 1111, Dezember 2014). Beispielsweise ist ein System mit Wirkungsbereich W1, aber einem kleinen Pfostenabstand von $< 1,33$ m, zur Absicherung von Bäumen am Fahrbahnrand weniger geeignet (z.B. System ESP plus W1).

Die Ausprägung der Wurzeln kann sich bei den verschiedenen Baumgattungen unterscheiden. Bestehen Bedenken hinsichtlich der Beeinträchtigung der Bäume durch die Aufstellung von Schutzeinrichtungen (Schutz der Wurzeln), sollte im Rahmen der Planung der Maßnahme ein Fachbeitrag der Landespflege zur Bewertung der möglichen Auswirkungen auf den Baum und ggf. eine Einschätzung der zuständigen Naturschutzbehörde eingeholt werden. Dies empfiehlt sich immer dann, wenn die Krone des Baumes über die Straße reicht, da in diesen Fällen davon ausgegangen werden kann, dass ein Teil der Starkwurzeln zur Verankerung des Baumes nahe am Rand der Straßenbefestigung verlaufen können. Als Hilfsmittel zur Untersuchung der Lage von Baumwurzeln können auch Geräte zur Wurzelortung genutzt werden.

Bei den weiteren Schritten sind die Untersuchungsergebnisse neben den Belangen der Verkehrssicherheit bei der Maßnahmenfindung angemessen zur berücksichtigen. Hier sind Aspekte wie Ausprägung des Wurzelwerks und mögliche Folgeschäden auf den Baum bei einer Verletzung in Abhängigkeit seiner Vitalität¹ bei der Wahl weiterer Maßnahmen zu beachten.

2.4.4 Waldstrecken

Im Bereich von Waldstrecken kann in einem ersten Schritt geprüft werden, ob in Abstimmung mit dem Forstamt bzw. mit der zuständigen Naturschutzbehörde ein von Bäumen und möglichst auch anderen Gehölzen (mit einem Stammumfang von > 25 cm) freier Seitenraum (bis zu einem Abstand von mindestens 4,50 m) hergestellt werden kann, um auf eine präventive Nachrüstung von Schutzeinrichtungen verzichten zu können.

Ist dies nicht möglich, sollte bei den Überlegungen für eine nachträgliche Absicherung von Waldstrecken folgender Aspekt berücksichtigt werden: Schutzeinrichtungen können für Wildtiere eine Barriere darstellen, sodass die Quermöglichkeiten hierdurch eingeschränkt werden. Werden am Beginn / Ende von längeren Streckenabschnitten mit Schutzeinrichtungen gehäuft Wildwechsel festgestellt, sollten die Verkehrsteilnehmer in geeigneter Weise davor gewarnt werden (z.B. Aufstellung VZ 142 StVO – Wildwechsel).

Sind im Bereich von Waldstrecken auch Einzelbäume direkt am Fahrbahnrand vorhanden, können diese wie in den Beispielen beschrieben behandelt werden. In Abhängigkeit der Anzahl und Vitalität¹ der Einzelbäume ist auch eine Abwägung möglich, ob eine Ersatzneupflanzung außerhalb der kritischen Abstände zum Fahrbahnrand realisierbar ist.

¹ Zur Beurteilung der Vitalität der Straßenbäume können z.B. die Ergebnisse der regelmäßigen Baumkontrollen herangezogen werden.



Bild 3: Beispiel einer Waldstrecke

2.4.5 Mindestlängen

Zur Ermittlung der Mindestaufstelllängen bei Schutzeinrichtungen sind zunächst die Regelungen der RPS 2009 (Abschnitt 3.3.1.4) in Verbindung mit den Hinweisen der Einsatzempfehlungen (Abschnitt 2.2) zu beachten. Hierbei sind insbesondere die Fragen zum Aufgleiten und Hinterfahren der jeweiligen Örtlichkeit zu beachten.

Das bedeutet, die Schutzeinrichtung muss mindestens in der Länge aufgestellt werden, dass der Baum bzw. das Objekt von einem abkommenden Fahrzeug nicht erreicht werden kann. Die hierfür erforderlichen Längen ergeben sich aus der Örtlichkeit und den RPS 2009. Oft kommt es jedoch vor, dass die Mindestlängen nach den Regelwerken aufgrund einmündender Wege o.ä. nicht eingehalten werden können. In Bild 4 ist die zugehörige Abbildung der erforderlichen Mindestlängen aus den RPS 2009 dargestellt.

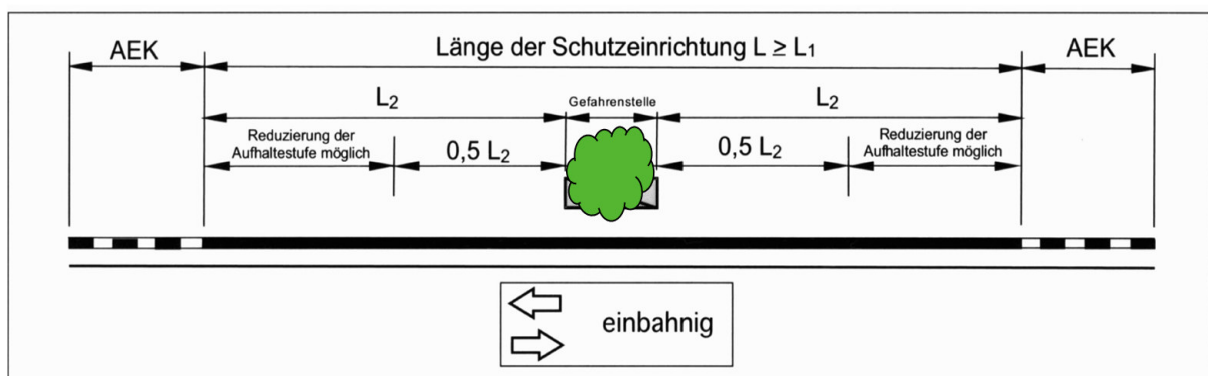


Bild 4: Mindestlängen von Schutzeinrichtungen bei einbahnigen Straßen (RPS 2009, Bild 8a)

Die zugehörigen Längen L_1 und L_2 sind in den RPS 2009 wie folgt definiert:

L_1 = Prüflänge der Schutzeinrichtung in der Anprallprüfung (Mindestlänge)

L_2 = Vorlänge zur Vermeidung von Aufgleiten und/oder Hinterfahren der Schutzeinrichtung

Dabei sind folgende Werte für die Längen zu beachten:

- Aufgleiten $L_2 = 100$ m
- Hinterfahren $L_2 = 80$ m (60 m bei seitlich verschwenkter Aufstellung)
- Aufgleiten + Hinterfahren ausgeschlossen $L_2 = 40$ m

Sofern es nicht möglich ist, die erforderlichen Längen nach RPS 2009 einzuhalten, kann die Schutzeinrichtung entsprechend den örtlichen Gegebenheiten auch mit einer verkürzten Länge eingebaut werden (siehe Einsatzempfehlungen, Abschnitt 2.2). Dabei sollte die Gefahr des Hinterfahrens und Aufgleitens so gering wie möglich gehalten werden (bestmögliche Abschirmung des Baumes bzw. des Objektes). Dies kann z.B. durch ein Verschwenken der Anfangs- und Endkonstruktion (AEK), mit einer Ausrundung der Schutzeinrichtung in die Einmündung oder durch den Einsatz von nicht abgesenkten AEKs (Terminals) erreicht werden. Bei diesen ist durch die nicht abgesenkte Konstruktion bauartbedingt kein Aufgleiten von Fahrzeugen möglich. Beispiele für solche Terminals sind im Beispielkatalog unter U1 und U2 beschrieben. Auch bei der Wahl solcher AEK ist jedoch darauf zu achten, dass eine ausreichende Länge für L_2 ausgebildet wird, um einen Aufprall am Hindernis zu vermeiden (siehe auch Beispiele S3 und S4 in Abschnitt 3.5, in dem die erforderlichen Längen ohne erkennbare Zwangspunkte nicht eingehalten wurden) und die Aufstellung der Gesamtkonstruktion so erfolgt, dass das Hindernis vollständig abgeschirmt wird.

Wenn möglich, sollte bei aufgrund der Örtlichkeit verkürzten Längen die Mindestlänge der eingesetzten Schutzeinrichtungen (Prüflänge) nicht unterschritten werden. Ist dies ebenfalls nicht möglich, sollte eine Systemlänge von 20 m jedoch in keinem Fall unterschritten werden (5 Holmlängen + AEK, siehe hierzu auch Einsatzempfehlungen Abschnitt 2.2.5 (1) a).

2.4.6 Kurze Schutzeinrichtungen (KSE)

Ausnahmen von den Anforderungen der Mindestlängen von Streckenschutzeinrichtungen stellen speziell für den Schutz von Einzelhindernissen entwickelte und mit Anprallprüfungen getestete Kurze Schutzeinrichtungen (KSE) dar. Diese können aufgrund der besonderen Konstruktionsweise keiner konkreten Art von FRS eindeutig zugeordnet werden. Sie bestehen vielmehr aus einer Kombination der Elemente von Streckenschutzeinrichtungen, AEK und Anpralldämpfern weshalb diese Konstruktionen zum Einzelobjektschutz von der Europäischen Prüfnorm DIN EN 1317 bisher noch nicht konkret erfasst werden.

Da aus dem Nachrüstprogramm jedoch ein erhöhter Bedarf an KSE erwächst, um oft wiederkehrende typische Gefahrensituationen an Landstraßen, bei denen einzelne Objekte mit kurzer Länge vorhanden sind oder dort, wo die örtlichen Platzverhältnisse das Aufstellen von üblichen Streckenschutzeinrichtungen nicht erlauben, trotzdem sinnvoll absichern zu können, werden derzeit entsprechende Rahmenbedingungen für geeignete Anprallprüfungen und deren Abnahmekriterien erarbeitet. Diese werden künftig in einem Dokument zusammengefasst und sollen als Grundlage für die Auswahl und den Einsatz von KSE im Rahmen der Nachrüstung von Schutzeinrichtungen an Landstraßen verwendet werden.

Bis zur Fertigstellung dieser Bewertungsgrundlage dürfen die am Markt verfügbaren Konstruktionen zum Einzelobjektschutz ausschließlich als Sonderkonstruktionen verwendet werden.

Danach erfolgt eine erneute Aktualisierung des vorliegenden Leitfadens bezüglich der Anforderungen und bevorzugten Einsatzmöglichkeiten von KSE.

2.4.7 Gestaltung von einmündenden Straßen, Wegen und Zufahrten

Aufgrund der häufig vorhandenen einmündenden Straßen, Wege und Zufahrten entlang von Landstraßen, im Folgenden vereinfacht als „Einmündungen“ bezeichnet, sind Unterbrechungen von Schutzeinrichtungen oft nicht vermeidbar. Es sollten daher auch Möglichkeiten geprüft werden, landwirtschaftliche Wege zusammenzulegen und so die Anzahl der Einmündungen zu reduzieren. Hinweise für die Gestaltung von Einmündungen werden in den RPS 2009 (Abschnitt 3.3.1.5) gegeben. Maßgebend für die Auswahl einer geeigneten Ausführungsform sind im Wesentlichen die örtlichen Platzverhältnisse, die Gefahren von Hinterfahren oder Absturz sowie geometrische Randbedingungen wie z.B. ein fahrbahnbegleitender Radweg. Bei der Ausfüh-

zung einer Unterbrechung von Schutzeinrichtungen ist auch die Art der Nutzung der Einmündung zu berücksichtigen, sodass ggfs. vorhandener forstwirtschaftlicher Verkehr nicht eingeschränkt wird.

Ist innerhalb eines Streckenabschnitts mit erforderlichen Schutzeinrichtungen eine Unterbrechung nötig, sollte die Ausführung so nah wie möglich an den in den RPS 2009 enthaltenen Bildern 10 bis 11d erfolgen. Verkürzte Längen von einzelnen Elementen (Sonderkonstruktionen) oder Sonderlösungen sind dann möglich, wenn keine Systeme verfügbar sind, mit denen eine regelkonforme Absicherung möglich ist. In Abschnitt 3.4 werden einige typische Beispiele für die Gestaltung von Einmündungen beschrieben, die sich in der Vergangenheit bewährt haben. Abschnitt 3.5 zeigt u.a. Beispiele aus dem Bestand, die aufgrund der negativen Erfahrungen so heute nicht mehr ausgeführt werden sollen.

2.4.8 EMS für Einmündungen mit besonderen Randbedingungen

Sind Absicherungen von Hindernissen unmittelbar im Einmündungsbereich erforderlich, können speziell hierfür konstruierte Einmündungs-sonderlösungen (EMS) zum Einsatz kommen. Diese werden in die Streckenschutzeinrichtung integriert und bestehen aus einer gebogenen Konstruktion mit kleinem Radius. Da für gekrümmte Schutzeinrichtungen bisher keine einheitlichen europäischen Prüfvorschriften verfügbar sind, wurden hierfür definierte Rahmenbedingungen für geeignete Anprallprüfungen und deren Abnahmekriterien entwickelt. Diese sind im Dokument „Sonderlösungen von Schutzeinrichtungen in Einmündungsbereichen“ (EMS 2020) zusammengefasst und sollen als Grundlage für die Auswahl und den Einsatz von EMS im Rahmen der Nachrüstung von Schutzeinrichtungen an Landstraßen verwendet werden. Aufgrund der besonderen Konstruktionsform in Verbindung mit den häufig sehr anspruchsvollen Randbedingungen für den Einbau (Hindernis sehr dicht am Fahrbahnrand, Böschung, Durchlass im Bereich der Einmündung) entstehen hohe Anforderungen an die sichere Funktionsfähigkeit von EMS. Daher wird empfohlen, nur solche EMS zu verwenden, die über eine positive Begutachtung nach den EMS 2020 verfügen. Weiterhin ist bei der Auswahl einer Konstruktion auf die Kompatibilität mit den örtlichen Randbedingungen zu achten. Nicht jede EMS ist für jeden Einmündungsbereich geeignet.

2.4.9 Zusätzlicher Schutz für Motorradfahrer

Nach MVMot 2007 kann zu einer Verbesserung der Verkehrssicherheit für Motorradfahrer im Bereich von Schutzeinrichtungen ein Unterfahrschutz angebracht werden. Dieser wird immer dann empfohlen, wenn das Hindernis nicht entfernt werden kann, es sich um eine besondere Motorradstrecke handelt und der Kurvenverlauf gleichzeitig eine Unstetigkeitsstelle darstellt. Im derzeit aktuellen Entwurf der Überarbeitung des MVMot (siehe MVMot 2020, unveröffentlichter Entwurf, Stand 23.03.2020) werden hierzu Strecken beschrieben, bei denen eine erhöhte Abkommenswahrscheinlichkeit nach den RPS 2009 vorliegt. Vereinfacht wird auf Motorradstrecken immer dann ein Unterfahrschutz empfohlen, wenn Kurven mit einem Radius ≤ 300 m vorhanden sind. Als Motorradstrecke werden im derzeitigen Entwurf des MVMot Strecken mit einem überdurchschnittlichen Motorradaufkommen (DTV_{Krad}) in Verbindung mit einer hohen Kurvigkeit der Strecke definiert (siehe MVMot 2020, unveröffentlichter Entwurf, Stand 23.03.2020). Für diese Einschätzung sind regionale Ortskenntnisse der Straßenbauverwaltung erforderlich.

Werden im Rahmen der Nachrüstung von Schutzeinrichtungen vor Bäumen und Objekten neue Schutzeinrichtungen errichtet, ist auch hier das Thema Motorradfahrerschutz zu beachten. Ein möglicher Unterfahrschutz kann jedoch nur dann mit errichtet werden, wenn das vorgesehene System für die Ergänzung eines Unterfahrschutzes geeignet ist (z.B. ESP 2.0, ESP 4.0, Eco Safe 2.0 MPS). Es ist zu beachten, dass die Ergänzung eines Unterfahrschutzes auch Auswirkungen auf das Pkw-Anprallverhalten haben kann. Nähere Hinweise hierzu sind in Abschnitt 9 der Einsatzempfehlungen (BASt 2020) sowie im Forschungsbericht V 193 dokumentiert.

Anfangs- und Endkonstruktionen eignen sich i.d.R. nicht für die Ausrüstung mit Unterfahrschutz. Soll dieser trotzdem eingesetzt werden, sind hierzu die Angaben aus den Einbauanleitungen sowie die Hinweise des Herstellers zu beachten (i.d.R. als Sonderkonstruktion).

2.4.10 Anschluss an Bestand

Soll eine Nachrüstung in direktem Anschluss an eine bestehende Absicherung vorgenommen werden, wird eine Abwägung empfohlen, ob das Bestandssystem erhalten bleiben soll oder eine Erneuerung und gleichzeitige Erweiterung sinnvoll ist.

Bei dieser Abwägung sollte die Funktionalität des Bestandssystems bewertet werden (Alter der Schutzeinrichtung, ggfs. vorhandene Beschädigungen, regelkonforme Ausführung nach RPS 2009) und in wie weit eine Erhaltung im Vergleich zu einer Erneuerung sinnvoll bzw. wirtschaftlich ist.

2.4.11 Betriebsdienst

Bezüglich des Betriebsdienstes gilt es - hinsichtlich der aktuellen Entwicklung mit zunehmendem Einbau von Schutzeinrichtungen in baumbestanden Straßen - die Unterhaltungsstrategien und den Technikeinsatz insbesondere zum Winterdienst (zunehmende Gefahr von Schneeverwehungen) und zur Unterhaltung der Bankette und Entwässerungsgräben einschließlich Grünpflegearbeiten anzupassen.

Nachrüstungen von Schutzeinrichtungen bedürfen der Kontrolle und Unterhaltung durch den Straßenbetriebsdienst und sind mit eingeschränkten Aktions- und Bewegungsspielräumen für regelmäßige straßenbetriebsdienstliche Aufgaben (z.B. Grünpflege, Straßenreinigung und Winterdienst) verbunden. Deshalb sind bei entsprechenden Entscheidungen die Auswirkungen auf den Straßenbetriebsdienst angemessen zu berücksichtigen.

2.5 Allgemeine Hinweise zur Ausschreibung




Bei der Ausschreibung von Systemen für die in diesem Leitfaden beschriebenen Einbausituationen ist darauf zu achten, dass nicht ausschließlich die Leistungsmerkmale der Systeme definiert werden, sondern eine konkrete Beschreibung der örtlichen Randbedingungen (insbesondere hinsichtlich der Abstände zum Fahrbahnrand) erfolgt, für die eine geeignete Lösung benötigt wird. Je besser die Randbedingungen in der Ausschreibung dokumentiert werden, um so eher können alle relevanten Aspekte für die Auswahl einer geeigneten und sicheren Lösung berücksichtigt werden.





In vielen Fällen wird es vorkommen, dass N2-Schutzeinrichtungen mit der Wirkungsbereichsklasse W1 nicht ausreichen, um eine sinnvolle Absicherung vorzunehmen. Die Beschreibung der erforderlichen Schutzeinrichtung allein anhand der in den Anprallversuchen ermittelten Leistungsdaten ist daher nicht aussagekräftig, um bei beengten Verhältnissen Bäume bzw. Objekte mit Schutzeinrichtungen abzusichern. Es wird empfohlen, eine Beispielplanung vorzunehmen, um auch die Längengestaltung der Schutzeinrichtungen angemessen berücksichtigen und an die örtlichen Gegebenheiten anpassen zu können.

3 Beispielkatalog




Um auch für beengte Randbedingungen möglichst verkehrssichere Lösungen bei der Absicherung von Bäumen und Objekten neben der Fahrbahn zur gewährleisten, werden nachfolgend Beispiele beschrieben, die typische Situationen an Landstraßen repräsentieren. Für die Entwicklung von geeigneten Lösungen sind die beschriebenen Überlegungen und Aspekte der Abschnitte 1 und 2 zu berücksichtigen.

3.1 Einzelhindernisse

Nr.	Beschreibung	Übersicht
E1	Einzelbaum mit ausreichender Vorlänge	
E2	Einzelbaum ohne ausreichende Vorlänge	
E3	Mehrere Einzelbäume und sonstige Gefahrenstellen	




Nr.	Beschreibung	Übersicht
E4	Einzelbaum im Einmündungsbereich (vgl. Beispiel U4)	
E5	Bauwerkspfeiler, Widerlager (auch Verkehrszeichensockel)	
E6	Strom-/ Telekommast	
E7	Kleine Mauer als Absturzsicherung am Durchlass	


3.2 Baumreihen

Nr.	Beschreibung	Übersicht
B1	Baumreihe, Abstand vom Fahrbahn- rand 0,90 m bis 1,50 m	
B2	Baumreihe, Abstand vom Fahrbahn- rand ca. 0,70 m	
B3	Baumreihe mit variablen Baumabständen	



3.3 Alleen



Die Absicherung von Alleen kann analog zu den beschriebenen Beispielen der Baumreihen erfolgen. Zusätzlich ist hier die verbleibende Straßenbreite zwischen den Schutzeinrichtungen zu beachten (vgl. Abschnitt 2.4.1).

Nr.	Beschreibung	Übersicht
A1	Allee, Abstand vom Fahrbahnrand links und rechts ca. 0,90 m	
A2	Allee, Abstand vom Fahrbahnrand links ca. 0,90 m, rechts ca. 1,5 m	
A3	Allee, Abstand vom Fahrbahnrand rechts und links ca. 0,25 m	

Nr.	Beschreibung	Übersicht
A4	Allee, Abstand vom Fahrbahn- rand rechts ca. 0,15 m	

3.4 Einmündende Straßen, Wege und Zufahrten (Unterbrechungen)

Nr.	Beschreibung	Übersicht
U1	Unterbrechung mit Ausrundung (links), mit Verschwenkung (rechts)	
U2	Unterbrechung für Zufahrt bei fahrbahnbe- gleitendem Radweg	

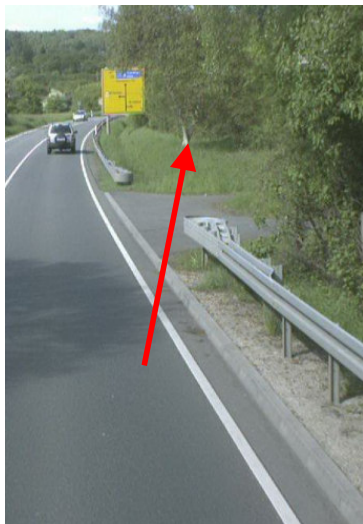
Nr.	Beschreibung	Übersicht
U3	Unterbrechung für Zufahrt ohne parallelen Radweg	 A photograph showing a road junction. A metal guardrail runs along the edge of the road. A yellow diamond warning sign is visible on the right side of the road. The road surface is asphalt, and there is a concrete curb on the right. The background shows a green field and some trees under a cloudy sky.
U4	Einzelbaum im Einmündungsbereich (vgl. Beispiel E4)	 A photograph showing a road junction. A single tree is located in the entrance area of the road. The road surface is asphalt, and there is a concrete curb on the right. The background shows a green field and some trees under a blue sky.

3.5 Beispiele grenzwertiger Sonderlösungen

Die nachfolgenden Beispiele zeigen Sonderlösungen, bei denen trotz Absicherung noch Defizite hinsichtlich der Verkehrssicherheit zu erwarten sind. Diese sollen in der Praxis so weit wie möglich vermieden werden, um durch die Nachrüstung kein zusätzliches Gefährdungspotential zu schaffen.

Sind triftige Gründe vorhanden, die eine regelkonforme bzw. systemgerechte Nachrüstung von Schutzeinrichtungen verhindern, sollte über eine alternative Absicherungsmöglichkeit (besser in die Randbedingungen passende Konstruktion) oder auch andere Instrumente zur Verbesserung der Verkehrssicherheit nachgedacht werden (z.B. Geschwindigkeitsbeschränkungen, klare Erkennbarkeit des Streckenverlaufs, Übersichtlichkeit der Verkehrssituation).

Beispiel S1: Einmündung mit AEK Terminal Primus P2



An dieser Stelle wurde das System Terminal Primus P2 zur Ausbildung der AEK im Bereich der Einmündung gewählt. Hierdurch kann das Aufgleiten, was zur Absicherung des Wegweisers relevant ist, vermieden werden. Das Hinterfahren und der Aufprall auf den vorhandenen Baum werden durch diese Lösung jedoch nicht abgesichert.

Verbesserungsvorschlag:

Ausbildung eines Radius mit anschließender Regelabsenkung oder Terminal Primus P2 mit grundsätzlich verschwenkter Aufstellung (vgl. Vorgaben aus Begutachtungsschreiben). Hierbei ist die Art der Nutzung der Einmündung zu berücksichtigen, so dass ggfs. vorhandener forstwirtschaftlicher Verkehr nicht eingeschränkt wird.

Bild 5: Absicherung Einmündung mit AEK Terminal Primus P2

Beispiel S2: Einmündung mit Kopfbogen



Bild 6: Ausbildung Einmündung mit kleinem Radius ohne Pfosten

Zur Absicherung von Lüftungsschächten und dem in der Zufahrt vorhandenen Baum wurde hier ein Radius ausgebildet. Durch den Pfostenabstand von 4,0 m ist die Absicherung bei einem abkommenden Fahrzeug jedoch wenig wirksam, da der Holm leicht verformt werden kann, große Verformungen (bis zum Baum) möglich sind und der Holm ggfs. abreißt.

Verbesserungsvorschlag:

Ergänzung von 2 zusätzlichen Pfosten im Bereich des Bogens (Abstand 1,33 m) und Reduzierung Pfostenabstand der angeschlossenen Schutzeinrichtung z.B. auf 12 m Länge (verbesserte Aufnahme von Zugkräften im Anprallfall) oder Umrüstung und Verwendung einer positiv begutachteten EMS.

Beispiel S3: Zu kurze Ausführung einer Absicherung



Zur Absicherung der Baumreihe wurde hier eine Schutzeinrichtung mit AEK ohne Berücksichtigung des weiteren Straßenverlaufs aufgebaut. Die Ausführung der AEK ist hier aufgrund der unzureichenden Vorlänge L_2 nicht regelkonform. Zusätzlich ist der Baum vor Beginn der Schutzeinrichtung in keiner Weise gegen einen Anprall geschützt.

Verbesserungsvorschlag:

Verlängerung der Schutzeinrichtung so, dass die Baumreihe vollständig abgesichert ist. Die erforderlichen Längen vor den Hindernissen sind nach RPS 2009 so zu wählen, dass Aufgleiten / Hinterfahren ausgeschlossen ist (siehe auch Bild 4).

Bild 7: Zu kurze Ausführung einer Absicherung

Beispiel S4: Fehlerhafte Aufstellung eines Einzelobjektschutzes



Bild 8: Mautkontrollsäule mit BOS Primus 2a

Zur Absicherung einer Mautkontrollsäule wurde ein Einzelobjektschutz (BOS Primus 2a) als Sonderkonstruktion verwendet. Dieser wurde zwar speziell für solche Einsatzbereiche entwickelt, hier jedoch mit einem zu großen Abstand zur Mautkontrollsäule aufgebaut. Ursache hierfür ist das Fundament der Säule, welches aufgrund seiner Größe eine dichtere Aufstellung verhindert. Das Hinterfahren ist hier nicht ausgeschlossen, die Mautsäule wird nicht abgeschirmt und die Schutzwirkung ist nicht gegeben.

Verbesserungsvorschlag:

Aufstellung des Einzelobjektschutzes direkt vor der Mautkontrollsäule bei gleichzeitiger Anpassung der Fundamentabmessungen (gemeinsame Planung von Mautsäule und Schutzeinrichtung), Verwendung einer Streckenschutzeinrichtung oder ggf. Verzicht auf Absicherung bei Mautkontrollsäulen.

4 Literaturverzeichnis

- BASt 2020: Einsatzempfehlungen für Fahrzeug-Rückhaltesysteme, Version 06, Bundesanstalt für Straßenwesen Stand 07/2020 (Einsatzempfehlungen FRS), Bergisch Gladbach.
- EMS 2020: Sonderlösungen von Schutzeinrichtungen in Einmündungsbereichen, Bundesanstalt für Straßenwesen, Stand 04.03.2020, Bergisch Gladbach
- ESAB 2006: Empfehlungen zum Schutz vor Unfällen mit Aufprall auf Bäume, Ausgabe 2006, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2006), FGSV Verlag, Köln.
- M Uko 2012: Merkblatt zur Örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2012), FGSV Verlag, Köln.
- MVMot 2007: Merkblatt zur Verbesserung der Verkehrssicherheit auf Motorradstrecken, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2007), FGSV Verlag, Köln.
- MVMot 2020: Entwurf Merkblatt zur Verbesserung der Straßeninfrastruktur für Motorradfahrende, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Verkehrsmanagement, Stand 23.03.2020 (unveröffentlicht).
- Maier, R. 2014: Maier, R., Berger, R., Schimpf, M., Lippold, Ch.: Entwicklung von Handlungsempfehlungen zur Anwendung der RPS 2009, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 1111, Bonn 2014
- KSE 2020: Entwurf: Sonderlösungen für kurze Schutzeinrichtungen, Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach (Dokument derzeit in Bearbeitung, Veröffentlichung im Frühjahr 2021 geplant)
- RAL 2012: Richtlinien für die Anlage von Landstraßen, Ausgabe 2012, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2012), FGSV Verlag, Köln.
- RPS 2009: Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme, Ausgabe 2009, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2009), FGSV Verlag, Köln.
- V 193: Anprallversuche an motorradfahrerfreundlichen Schutzeinrichtungen, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Heft V 193, Bergisch-Gladbach, April 2010