

Leistungsfähigkeit von Fahrzeug-Rückhaltesystemen und die Relevanz der zugehörigen baulichen Unterlagen – Teil 1

Fahrzeug-Rückhaltesysteme (FRS) sind ein elementarer Bestandteil bei der Absicherung unseres Straßenverkehrsnetzes. FRS sollen abkommende Fahrzeuge sicher und zuverlässig zurückleiten und die Fahrzeug Insassen sowie unbeteiligte Dritte schützen. Um dies leisten zu können, müssen FRS in der Lage sein, Anprallkräfte aus Fahrzeug-Anprallen aufzunehmen und sicher in die Systemgründung abzuleiten.

Anprallprüfungen sind die Zulassungsgrundlage

Die Prüfung von FRS wird durch das **europäische Regelwerk EN 1317** geregelt. Es ist die Basis für die Vergleichbarkeit verschiedener FRS-Typen und deren systemeigenen Konstruktionsmerkmalen. Die derzeit gültige EN 1317 ist im Wesentlichen untergliedert in die **Voraussetzungen und Prüfbedingungen für FRS (Teil 1)**, die **Schutzeinrichtungen (SE, Teil 2)**, die **Anpralldämpfer (APD, Teil 3)** und die **Anfangs- / End- und Übergangskonstruktionen (AEK bzw. ÜK, Teil 4)**. Die durchgeführten Anprallprüfungen werden mit den ermittelten Leistungsdaten und einer Beschreibung des Systemaufbaus in Prüfberichten dokumentiert. Diese Prüfberichte sind die Grundlage für die Zulassung von FRS.

Bauliche Unterlagen von FRS sind integrale und relevante Systembestandteile

Passive Schutzeinrichtungen in Form von Stahlschutzplanken und Betonschutzwänden bilden den größten Anteil der entlang unserer Straßen installierten FRS-km. Sie haben im Regelfall einen gut sichtbaren, „oberirdischen“ Anteil und einen weniger gut sichtbaren bzw. im „Untergrund“ verborgenen Anteil. Dieser zumeist verborgene Bereich bzw. Systemanteil eines FRS wird als **Unterlage** bezeichnet.

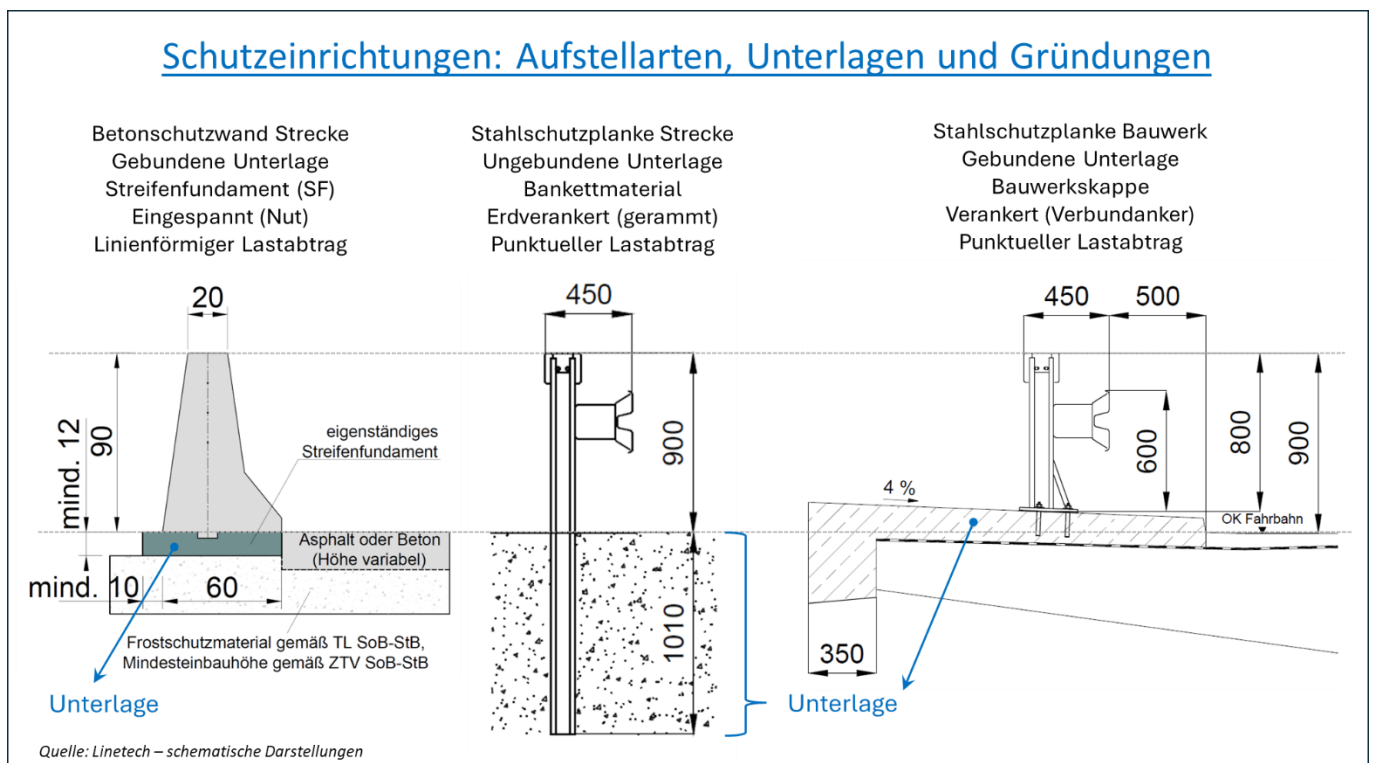


Abbildung 1: Beispiele für Aufstellarten und Unterlagen von Schutzeinrichtungen

Konstruktiv wird zwischen **ungebundenen Unterlagen** (z. B. Schotter, Kies, Baustoffgemisch) und **gebundenen Unterlagen** (Beton oder Asphalt) unterschieden. Bei erdverankerten Schutzeinrichtungen (z. B. gedornete Betonschutzwände oder gerammte Stahlschutzplanken) reicht die ungebundene Unterlage dabei mindestens bis zur Ramm- bzw. Verankerungstiefe. Die Leistungsfähigkeit der Systeme ist dabei immer eine Kombination aus der oberirdischen, sichtbaren Systemkonstruktion und der baulichen Unterlage. Die Leistungsfähigkeit der Unterlagen definiert sich aus der Zusammensetzung und den Eigenschaften der verwendeten Baustoffe sowie der verwendeten Bauteile und den örtlichen Einbaubedingungen. Werden dabei die Parameter Leistungsfähigkeit, Beständigkeit und Dauerhaftigkeit von ungebundenen und gebundenen Unterlagen miteinander verglichen, sind sehr große Unterschiede feststellbar.

Im **Teil 5 der EN 1317** sind die **Anforderungen an die Produkte, die Konformitätsverfahren und -bewertungen für FRS** definiert. Während sichtbare System-Anteile mit Bauteilen, Materialien, Aufbau und Installation in den EN 1317 Prüfberichten von Anprallprüfungen im Regelfall detailliert beschrieben werden, sind der Aufbau, die Beschaffenheit, die Konstruktion und die Einbaubedingungen der verwendeten Unterlagen in Regelfall nicht, kaum oder nur unzureichend definiert. Aktuell gibt es in den Prüfberichten keine Anforderungen für eine qualifizierte und praxisgerechte Dokumentation über die in Anprallprüfungen verwendeten ungebundenen Unterlagen. Vielmehr wird offenbar die Übertragbarkeit der Unterlage im Anprallversuch auf die gebaute Realität vorausgesetzt. Da ungebundene Unterlagen in der Praxis aus den vorgefundenen Verhältnissen und Materialien hergestellt wurden und werden, ist diese Annahme ein offensichtlicher und für die Sicherheit der FRS möglicherweise schwerwiegender Irrtum.

Relevante Regelwerke weisen Mängel auf und stehen im Widerspruch

Aber nicht nur die Prüfbedingungen lassen Abweichungen bei den realen Gegebenheiten zu. Auch die nationalen Regelwerksanforderungen an ungebundene Unterlagen von gerammten Schutzeinrichtungen in den **Zusätzlichen technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Fahrzeug-Rückhaltesysteme (ZTV FRS)** sind unzureichend und praxisfremd. So ist beispielsweise im Kapitel 6.2.2 zu lesen, dass bei den Definitionen für ungebundene Unterlagen von gerammten (erdverankerten) Schutzeinrichtungen für Erd- bzw. Baustoffe eines FRS-Homogenbereichs 1 (HB1-FRS) im letzten Spiegelstrich der Eintrag: "**Böden mit Steinanteil**" steht. Für ungebundene Unterlagen der Einstufung FRS-Homogenbereich 2 (HB2-FRS) wird dort nach gleicher Methode der Begriff "**Böden mit Blockanteil**" aufgeführt. Diese „Definition“ bzw. „Anforderung“ für ungebundenen Unterlagen ist **fachlich abwegig und darf als mangelhaft bezeichnet werden**. In den Einbauanleitungen von gerammten Schutzeinrichtungen stehen im Regelfall auch nur Verweise auf diese zweifelhaften Inhalte der ZTV FRS. In Anwendung dieser Regelungen und Hersteller-„Anforderungen“ kann für gerammte Systeme ein „beliebiger“ Boden mit einem „beliebigen“ Stein- bzw. Blockanteil verwendet werden. Eine Übertragbarkeit von anprallgeprüften Leistungsdaten in die jeweiligen Ist-Installationen ist durch die praktisch unbegrenzte Bandbreite an möglichen Bodenkompositionen für die ungebundenen Unterlagen nicht gegeben: **es entstehen nicht kalkulierbare Sicherheitsrisiken**.

Die Inhalte aus den ZTV FRS stehen zudem auch im direkten Konflikt mit einem weiteren Hauptregelwerk des Straßenbaus: den **Zusätzlichen technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTV E-StB)**. Wie allen Straßenplanern bekannt ist, regelt die ZTV E-StB im **Kapitel 4.7** den Bereich der **Bankette**. Dort werden die Beschaffenheit der Bankett-Baustoffe sowie die Eigenschaften für die zu erstellenden Bauleistungen definiert. Diese ZTV E-StB Definitionen stehen jedoch in gravierenden Widersprüchen zu den Angaben aus den ZTV FRS. **Hier besteht dringender Handlungsbedarf**, beide Regelwerke technisch und vertraglich zu harmonisieren, um **die vorliegenden „Black-Box-Freiheitsgrade“** von erdverankerten FRS **zu unterbinden**.

Auch Unterlagen müssen beständig und dauerhaft sein

In Deutschland wird für FRS eine **Dauerhaftigkeit von mindestens 25 Jahren gefordert**. Dies bedeutet, dass die Systeme anprallgeprüfte Leistungsdaten über eine Betriebs- bzw. Nutzungsdauer von mindestens 25 Jahren garantieren müssen. **Diese Anforderungen gelten** selbstverständlich für alle integralen Bestandteile von FRS, also **auch für die zugehörigen FRS-Unterlagen**. Wie im Straßenoberbau unterliegen auch gebundene FRS-Unterlagen aus Asphalt oder Beton bereits seit vielen Jahrzehnten umfassenden Anforderungen und Prüfmechanismen bei der Herstellung, dem Einbau sowie der Qualitätssicherung; die zulässigen Toleranzen sind sehr klein. Asphalt und Beton sind erwiesenermaßen definierte und homogene Baustoffgemische. Sie erfüllen damit naturgemäß alle Anforderungen an beständige, dauerhafte und reproduzierbare gebundene Unterlagen von jeglichen FRS.

Für ungebundene Unterlagen gibt es demgegenüber im Zusammenhang mit der Beständigkeit und Dauerhaftigkeit der verwendeten Erd- bzw. Baustoffe jedoch weder in den Regelwerken noch in der Praxis eine seriöse technische Grundlage für eine 25-jährige Beständigkeit, Dauerhaftigkeit oder Leistungsgarantie. Auch an dieser Stelle besteht Handlungsbedarf, die Definitionen in den Regelwerken auf eine solide Grundlage zu stellen, um diesen bestehenden Mangel abzustellen.

Die Aufstellart und das Material der Unterlage machen den Unterschied

Leistungsstarke Schutzeinrichtungen mit Wirkungsbereichen W1 und W2 werden überwiegend auf gebundenen Unterlagen aus Beton oder Asphalt installiert. Das gilt gleichermaßen für Betonschutzwände wie auch für Stahlschutzplanken. Die nachfolgende Abbildung 2 zeigt als Grundlage für die weiteren Betrachtungen alle H2-Schutzeinrichtungen, welche – geordnet nach Wirkungsbereichsklassen - in der aktuellen **technischen Übersichtsliste für Fahrzeug-Rückhaltesysteme in Deutschland (TÜL)** mit Stand vom März 2022 gelistet sind. Der Fokus liegt dabei auf den leistungsstarken W1- und W2-Systemen.

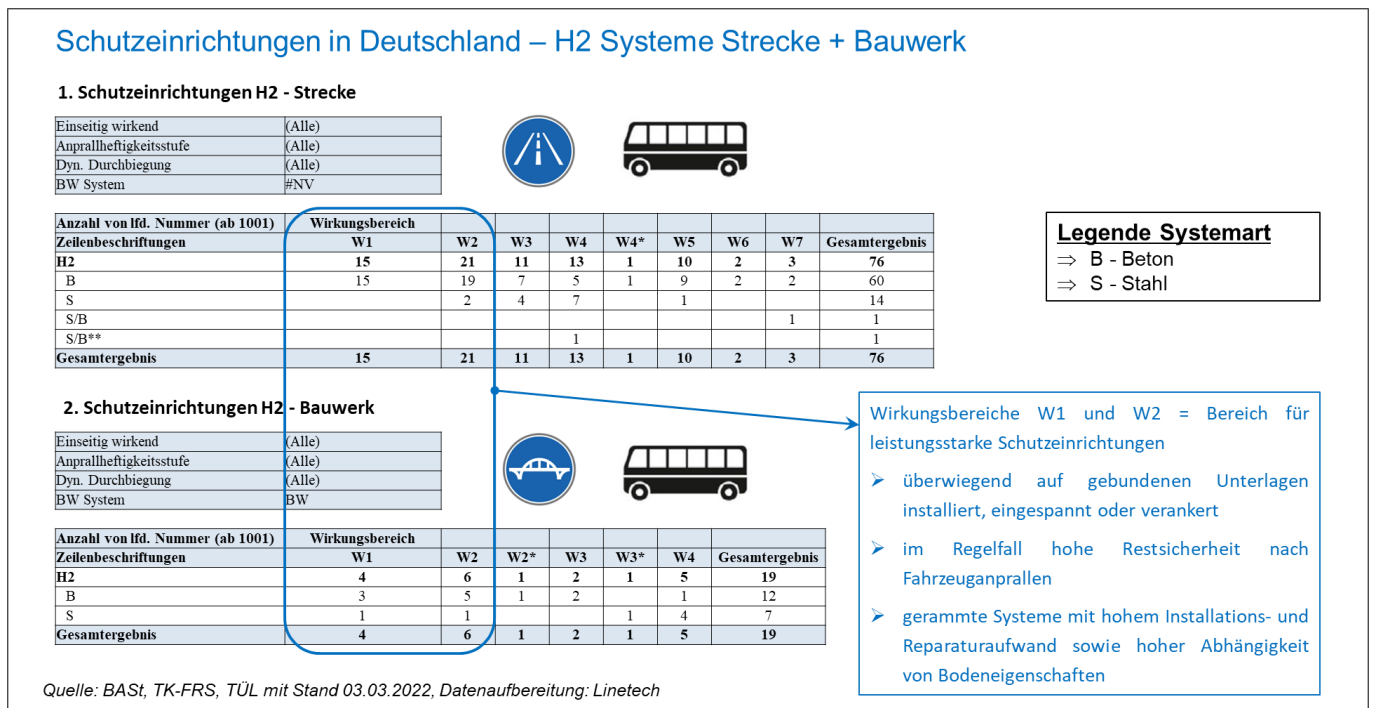


Abbildung 2: Schutzeinrichtungen der Aufhaltestufe H2, getrennt nach Strecken- und Bauwerksystemen

Vergleicht man die in der Abbildung 2 gelisteten leistungsstarken W1- und W2-Schutzeinrichtungen anhand ihrer Datenblätter, ist festzustellen, dass erdverankerte bzw. gerammte Systeme in diesem Leistungsspektrum die Ausnahme bilden. Insbesondere bei den ungebundenen Unterlagen ist die Leistungsfähigkeit, die Beständigkeit und die Dauerhaftigkeit naturgemäß sehr stark abhängig von der Verankerungsart, der Verankerungstiefe sowie der Beschaffenheit und den Eigenschaften der verwendeten Erd- bzw. Baustoffe (Materialart, Kornverteilung, Festigkeit, Verdichtung, Lagerungsdichte, Feuchtigkeitszustand, etc.). Bei der Leistungsbetrachtung spielen aber auch die geometrischen Einbaubedingungen am Einbauort (Bankettneigung, Böschung, etc.) eine wichtige Rolle. Werden Schutzeinrichtungen in ungebundenen Unterlagen bzw. in Banketten erdverankert, sind die folgenden Aspekte zu berücksichtigen:

- ⇒ Ungebundene Unterlagen sind naturgemäß nicht beständig und nicht dauerhaft. In den Anprallprüfungen werden diese Kriterien nicht berücksichtigt und somit auch nicht bewertet. Auch die nationalen Regelwerke fordern diesbezüglich keine belastbaren Kriterien für eine 25-jährige Betriebszeit.
- ⇒ Bei den Anprallprüfungen dürfen beliebige, systemoptimierte (ungebundene) Bankettmaterialien uneingeschränkt verwendet werden. Dazu gehören z. B. auch Unterlagen mit unbegrenzt hohen Anteilen an Steinen > 32 mm und / oder auch unbegrenzt hohen Anteilen an Steinblöcken > 63 mm. Gemäß den gültigen nationalen Regelwerken in Deutschland dürfen solche Gesteinskörnungen bei Ist-Installationen in Banketten jedoch nicht verwendet werden.
- ⇒ Mit zunehmender Bankettneigung sinkt naturgemäß die Leistungsfähigkeit von erdverankerten Schutzeinrichtungen. In den Anprallprüfungen sind Bankettneigungen derzeit kein Prüfkriterium und finden somit bei der Ermittlung der Leistungsdaten von Anprallprüfungen keine Rolle.
- ⇒ Bei den Anprallprüfungen müssen leichte, erdverankerte Schutzeinrichtungen nach jeder Fahrzeug-Anprallprüfung – also auch nach jedem PKW-Anprall - neu installiert werden, da die Systeme ausnahmslos bei allen Fahrzeugprüfungen beschädigt werden. Übertragen auf eine 25-jährige Betriebsphase bedeutet dies, dass mit sehr vielen Reparaturen und damit auch Verkehrsbeeinträchtigungen zu rechnen ist. Wird ein Verkehrssektor mit solchen Systemen ausgestattet, bedeutet dies zwangsläufig leider auch, dass die mögliche Verfügbarkeit zwangsläufig reduziert wird.
- ⇒ Schutzeinrichtungen mit ungebundenen Unterlagen haben im Vergleich zu jenen mit gebundenen Unterlagen deutlich geringere Sicherheitsreserven nach Fahrzeuganprallen. Videos von Anprallprüfungen zeigen dies äußerst eindrucksvoll.

Derartige Prüfbedingungen repräsentieren die in der Praxis eingebauten ungebundenen Unterlagen jedoch bei weitem nicht und liegen folglich auf der unsicheren Seite. Die Übertragbarkeit der anprallgeprüften Leistungsdaten auf Ist-Installationen ist in solchen Fällen nicht gegeben und darf bewusst hinterfragt werden.

Eine Ausnahme in dieser Betrachtung und Bewertung von erdverankerten Schutzeinrichtungen **bilden erdverankerte Betonschutzwände**. Im Gegensatz zu den erdverankerten Stahlsystemen sind sie allein durch ihr vergleichsweise hohes Eigengewicht naturgemäß in der Lage, Fahrzeuganprallen eine sehr hohe Standfestigkeit und damit verbunden auch eine sehr hohe Widerstandsfähigkeit gegen Anprallimpulse und **seitliche Verschiebungen (dynamische Durchbiegungen - Ddyn)** entgegenzubringen. Die leistungsbezogene Abhängigkeit zur ungebundenen Unterlage ist deutlich geringer.

Die Leistungsfähigkeit ist abhängig vom Lastabtrag in die Unterlage

Betrachtet und vergleicht man Schutzeinrichtungen und deren Unterlagen ausgehend von den großen Wirkungsbereichen (W8, W7) über den mittleren Wirkungsbereich W4 in Richtung der kleinen Wirkungsbereiche (W2, W1), ist erkennbar, dass die Intensität der Verbindungen von Schutzeinrichtungen zu deren Unterlagen mit kleiner werdenden Wirkungsbereichen zunimmt. Die nachfolgende Abbildung 3 zeigt als Grundlage der weiteren Betrachtungen die Klassen der normalisierten Wirkungsbereiche W und der Fahrzeug-Eindringungen VI von Schutzeinrichtungen.

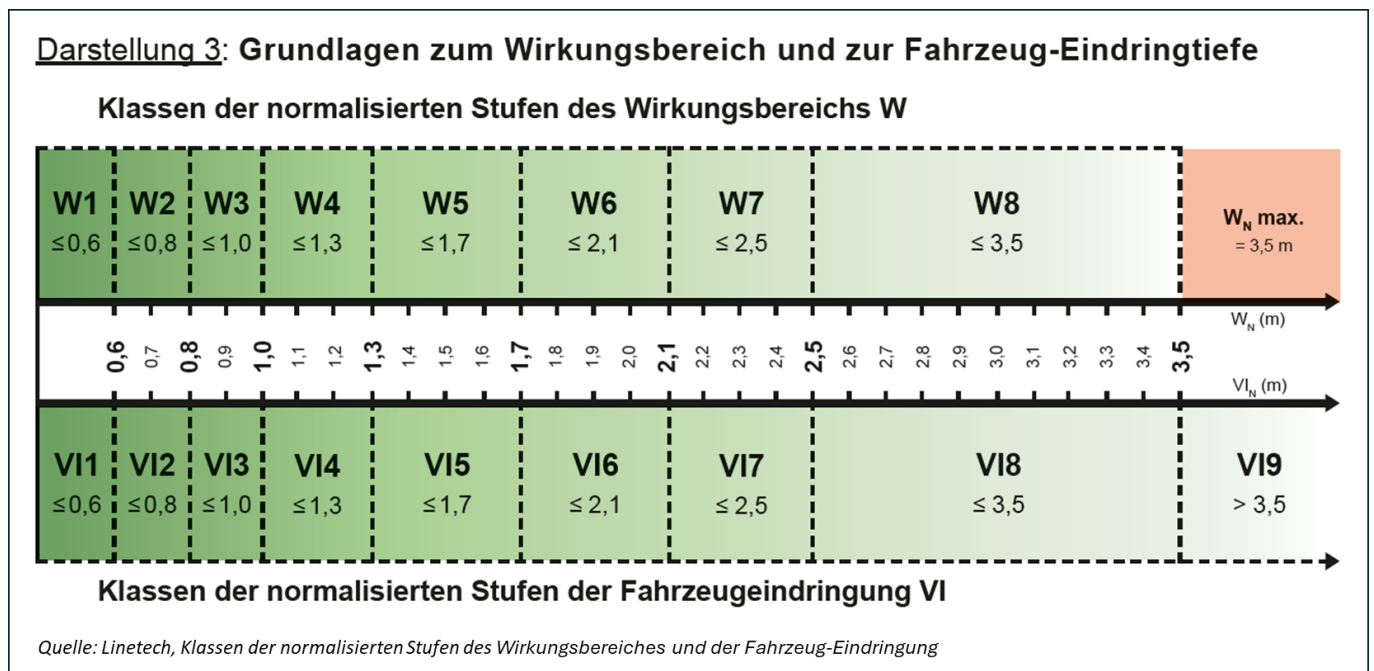


Abbildung 3: EN 1317 Wirkungsbereiche und Fahrzeug-Eindringungen

Aus der Abbildung 3 lassen sich die folgenden Zusammenhänge für die W- und VI-Klassen ableiten:

- 1. Die Leistungsparameter W und VI haben identische Klassengrenzen und Klassenbreiten.**
- 2. Die Klassenbreiten nehmen mit zunehmenden W- bzw. VI-Werten zu.** Während die Klassenbreite bei einem W2- bzw. VI2-System beispielsweise 20 cm beträgt, zeigt ein W5- bzw. VI5-System mit 40 cm eine bereits um 100 % größere Klassenbreite.

Ein Ertüchtigen der Gesamtkonstruktion „Schutzeinrichtung + Unterlage“ bei kleiner werdenden Wirkungsbereichen ist nachvollziehbar und erforderlich, um den damit einhergehenden, kleiner werdenden Abständen von Schutzeinrichtungen zu Hindernissen durch höhere Leistungsfähigkeiten der Gesamtsysteme „Schutzeinrichtungen + Unterlagen“ zu kompensieren. Gleichzeitig müssen die dynamischen Durchbiegungen zwangsläufig kleiner werden.

Bei der Betrachtung der Wirkmechanismen zwischen Schutzeinrichtungen und Unterlagen spielen die Massen wie auch die Konstruktionen der beiden Systemkomponenten eine entscheidende Rolle. Auch die Art der Verbindung zwischen Schutzeinrichtung und Unterlage hat eine hohe Bedeutung. Wie bereits erwähnt, führt bei Betonschutzwänden allein das hohe Eigengewicht der eigentlichen Schutzeinrichtung zu hohen Widerständen gegen einwirkende Impulskräfte (durch Fahrzeuganpralle) und damit gleichzeitig

auch zu hohen natürlichen Standfestigkeiten: das entlastet in Folge den „Leistungsdruck“ auf die zugehörige Unterlage. Bei den Betonschutzwänden werden hierdurch - im Vergleich zu Stahlschutzplanken mit gleichen Wirkungsbereichen - Ertüchtigungen in der Verbindung zur Unterlage erst bei deutlich kleineren Wirkungsbereichen erforderlich.

Zur Verdeutlichung sind in der nachfolgenden Abbildung 4 beispielhaft drei H2-Schutzeinrichtungen (Strecke) unterschiedlicher Bauart und Konstruktion sowie unterschiedlicher Aufstellart und Verbindung mit der Unterlage und mit einem Wirkungsbereich W4 dargestellt.

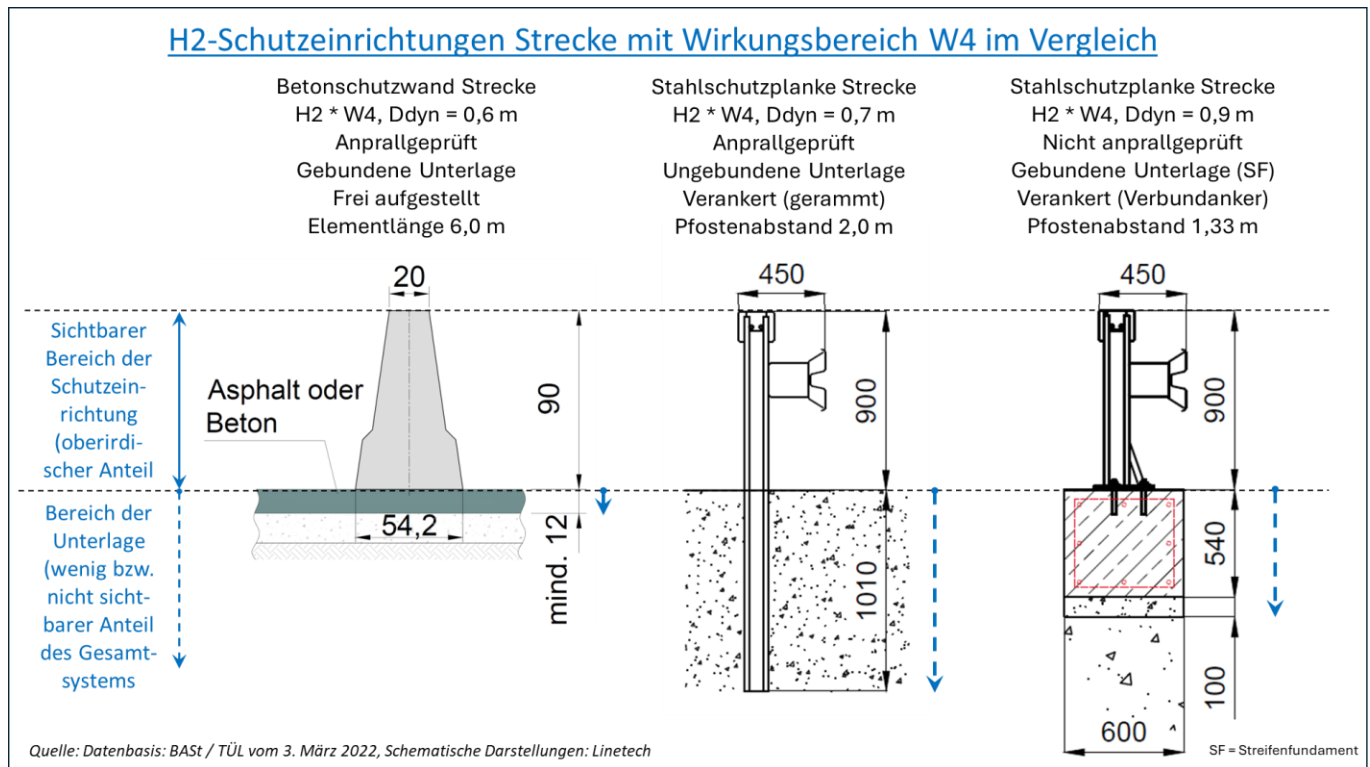


Abbildung 4: H2*W4-(Strecken-)Schutzeinrichtungen und deren Unterlagen im Vergleich

Die Abbildung 4 zeigt die Unterschiede der Systeme in Bezug auf die Konstruktion und die Art und Weise der Verbindung zwischen den Schutzeinrichtungen und deren Unterlagen. Die Unterschiede bei den „sichtbaren“ und den „weniger gut bzw. unsichtbaren“ Systembestandteilen sind gut erkennbar.

Während die frei aufgestellte Betonschutzwand allein durch ihr Eigengewicht einen Wirkungsbereich W4 erzielt, benötigen die beiden W4-Stahlschutzplanken dafür eine vergleichsweise intensive und umfangreiche Verankerung in der Unterlage. Zudem wird deutlich, dass die Abmessungen der Unterlagen erheblich variieren. Während das linke System mit einer vergleichsweise sehr kompakten, dünnen Unterlage auskommt, benötigen die beiden anderen Systeme großvolumige und tiefgehende Unterlagen.

Beim Vergleich der Systemleistungsdaten fällt auf, dass die frei aufgestellt Betonschutzwand auch bei der dynamischen Durchbiegung gegenüber den vergleichsweise leichten Stahl-Systemen an erster Stelle liegt. Die zuvor eingebrachte Bedeutung des „System-Eigengewichts“ wird an dieser Stelle bestätigt.

Erwähnenswert und interessant in diesem Zusammenhang ist es, dass es bei den beiden in Abbildung 4 dargestellten Stahl-Systemen eine weitere Systemfamilien-Variante für **Mittelstreifenüberfahrten (MÜF)**

gibt. Bei dieser ebenfalls geramnten Variante mit sogenannten Doppelbohrungen im MÜF-Fahrbahnbereich beträgt die Bauhöhe im Vergleich zu den beiden in der Abbildung 4 dargestellten Systemen jedoch 1,0 m. Vergleicht man die Unterschiede im Systemaufbau und die daraus resultierenden Knickpunkte der verwendeten Pfosten im Anprallfall, kann man bei den erdverankerten Systemen daraus eine sehr hohe Abhängigkeit zum Aufbau und zur Steifigkeit der verwendeten Unterlagen ableiten. Im gleichen Zusammenhang darf auch die Übertragbarkeit der Leistungsdaten des in Abbildung 5 rechts dargestellten Bauwerksystems auf eine Ausführungsvariante Streifenfundament mit größerer Bauhöhe bewusst hinterfragt werden.

Die Relevanz der Unterlage nimmt zu bei kleiner werdenden Wirkungsbereichen

Betrachtet und vergleicht man leistungsstarke W1- und W2-Schutzeinrichtungen, werden die zulässigen Abstände zwischen Schutzeinrichtungen und potenziellen Hindernissen immer kleiner. In Folge steigen die spezifischen Lasten auf die Systeme immer weiter an und einwirkende Anprallkräfte, welche bei seitlichen Verschiebungen (dynamischen Durchbiegungen) nicht von den Längsbewehrungselementen aufgenommen werden können, müssen zu immer größeren Anteilen von der Schutzeinrichtung in die Unterlage „übertragen“ werden. Bei der Lasteinleitung von Anprallkräften in die Unterlage wird dabei grundsätzlich unterschieden in:

1. Punktueller Lasteintrag: Es gibt keine durchgehende Verbindung der eigentlichen Schutzeinrichtung mit der Unterlage. Klassische Vertreter dieser Systeme sind die geramnten und verankerten Stahlschutzplanken. Der Pfostenabstand definiert dabei den Abstand der einleitbaren Punktlasten.

2. Linienförmiger Lasteintrag: Die eigentliche Schutzeinrichtung ist durchgehend mit der Unterlage verbunden bzw. darauf aufgestellt. Klassische Vertreter dieser Systeme sind eingespannte Betonschutzwände.

Alle Betonschutzwände haben durch ihr vergleichsweise hohes Eigengewicht immer einen linienförmigen Anteil beim Lasteintrag in die Unterlage. Es gibt zudem eine Reihe von Systemen, welche die Anprallkräfte mit **hybriden Wirkmechanismen** in die Unterlage abtragen. Dazu gehören beispielsweise in ungebundenen Unterlagen erdverankerte („gedornte“), mittels Stahlbolzen gesicherte („gedollte“) oder mittels Verbundankern in gebundenen Beton-Unterlagen verankerte Betonschutzwände. In diesem Zusammenhang gilt auch: die Verwendung von Verbundankern in Asphalt ist erwiesenermaßen nicht dauerhaft.

Für die Bewertung der Leistungsfähigkeit der Verbindungen von Schutzeinrichtungen zu ihren Unterlagen gelten die beiden nachfolgenden Richtlinien:

1. Ein linienförmiger Lasteintrag in die Unterlage ist einem punktuellen Lasteintrag von Natur aus überlegen. Diese Regel gilt sowohl für ungebundene als auch für gebundene Unterlagen.

2. Gebundene Unterlagen können im Vergleich zu den ungebundenen Unterlagen nachweislich deutlich höhere Anprallkräfte aufnehmen und in die Systemgründung ableiten.

Zur Verdeutlichung sind in der nachfolgenden Abbildung 5 drei leistungsstarke anprallgeprüfte H2*W1- bzw. H2*W2-Schutzeinrichtungen (Strecke) unterschiedlicher Bauart und Konstruktion dargestellt und werden miteinander verglichen.

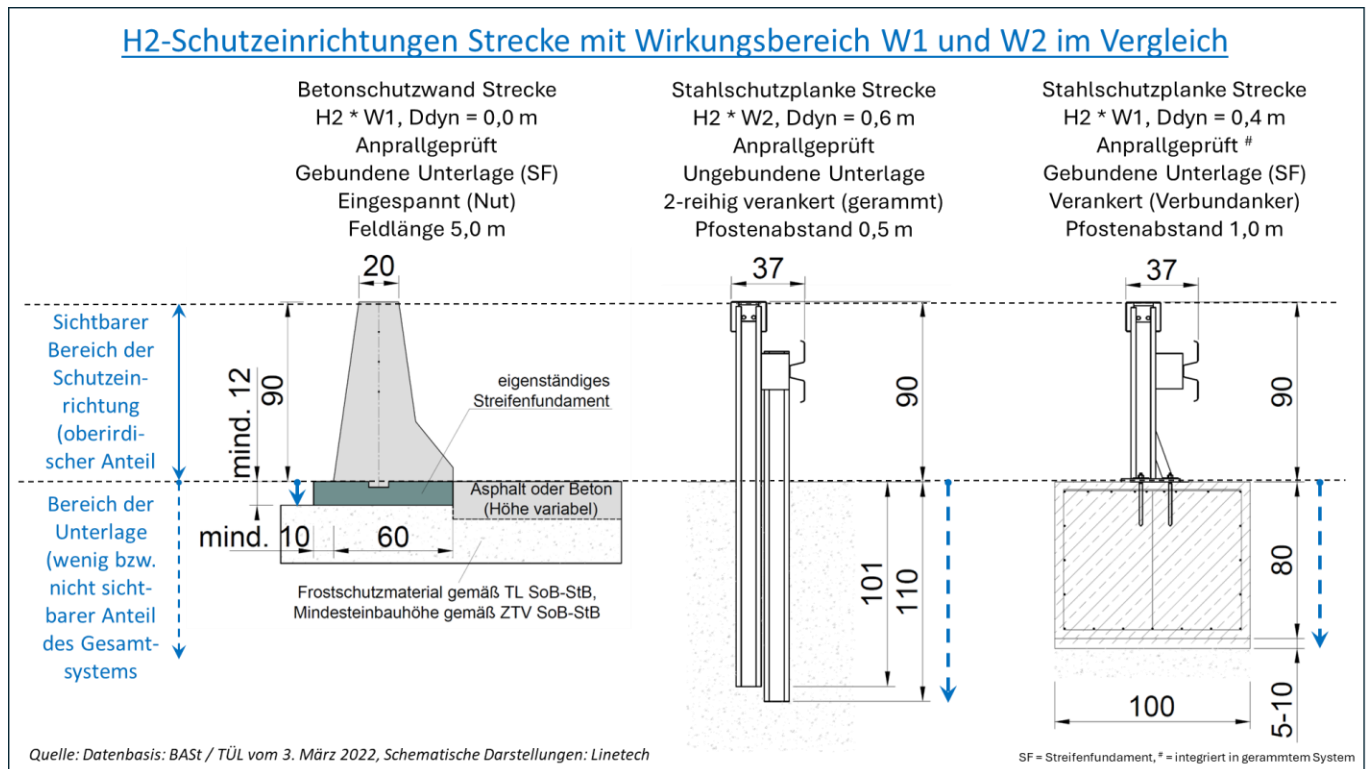


Abbildung 5: H2-Strecken-Schutzeinrichtungen mit Wirkungsbereichen W1 und W2 im Vergleich

Die in der Abbildung 5 verankerten W1- und W2-Systeme (Mitte, rechts) sind im Vergleich zu den in Abbildung 4 abgebildeten W4-Systemen auf den ersten Blick „in vergleichbarer Art und Weise“ mit den Unterlagen verbunden bzw. in diesen verankert. Bei genauerer Betrachtung wird jedoch deutlich, dass die Wirkungsbereichsklassen W2 und W1 enorme Ertüchtigungen an den Systemen sowie deren Unterlagen benötigen.

Die gemäß aktueller TÜL einzige H2-Stahlschutzplanke mit einem Wirkungsbereich W1 (Abbildung 5, rechts) benötigt im Vergleich zum W4-System (Abbildung 4, rechts) eine deutlich komplexere und massivere Systemkonstruktion sowie eine erheblich massivere Verankerung in einem deutlich massiveren Beton-Streifenfundament. Das Fundamentvolumen entspricht dabei dem von mehr als 2 Betonschutzwänden inklusive deren gebundener Unterlagen. Zusätzlich muss der Pfostenabstand des Stahlsystems von 1,33 m auf 1,00 m reduziert werden. Auch die Informationen im Datenblatt lassen erahnen, welcher Aufwand bei der Montage und im Reparaturfall zu erwarten ist. Mit Blick auf die Betriebsphase muss auch dieses leistungsstarke Stahlschutzplankensystem – wie jede andere Stahlschutzplanke auch - nach jedem Fahrzeuganprall repariert werden - also auch nach Anprallen sehr leichter PKW. Die TB11 Anprallprüfungen (PKW, 900 kg) zeigen das recht eindrucksvoll.

Der Blick auf das gerammte Streckensystem (Abbildung 5, Mitte) führt zur gleichen Erkenntnis: trotz des dortigen Pfostenabstands von nur 50 cm (!) erreicht das System nur einen Wirkungsbereich W2. An dieser Stelle sei auch die Frage erlaubt, wie ein derart steifes System mit sehr geringen Pfostenabständen und dem sehr massiven, doppelten Kastenprofil mit den in der Einbauanleitung angegebenen, erlaubten $\pm 5\%$ Pfostenneigungen (das entspricht immerhin $\pm 4,5$ cm je Pfosten in der hinteren Pfostenreihe) überhaupt fach- bzw. praxisgerecht installiert werden kann. Zudem sollte auch der zu erwartende sehr hohe Pflege- und Reparaturaufwand im Betrieb berücksichtigt werden.

Die eingespannte W1-Betonschutzwand (Abbildung 5, links) benötigt im Vergleich zu der in Abbildung 4 dargestellten, frei aufgestellten W4-Betonschutzwand im Vergleich „nur“ eine durchgehende 10 cm breite und 3 cm tiefe Nut in einer vergleichbaren Unterlage, um in den Premiumbereich der unverschieblichen Schutzeinrichtungen zu gelangen. Diese Art der Verbindung zur Unterlage bestätigt, dass Schutzeinrichtungen mit hohem Eigengewicht (Betonschutzwände) mit vergleichsweise geringen Ertüchtigungen bzw. konstruktiven Anpassungen in der Verbindung zur Unterlage in der Lage sind, W2- und W1-Wirkungsbereiche zu erzielen. Sie erzeugen von Natur aus linienförmige, formschlüssige Verbindungen mit den Unterlagen bzw. mit rückwärtigen Stützkonstruktion (z. B. Hinterfüllung, Teilhinterfüllung, Fundamentbalken). Hierdurch können die einwirkenden Anprallkräfte linienförmig und damit gleichmäßig in die Unterlage bzw. auf die rückwärtige Einspannung bzw. Stützkonstruktion übertragen werden. Diese Bauweise ist damit in der Lage, die vergleichsweise höchsten Anprallkräfte bei geringsten dynamischen Durchbiegungen aufzunehmen und definiert damit zugleich die Grundlage, anprallgeprüfte Leistungsdaten sicher und reproduzierbar auf Ist-Installationen übertragen zu können.

An dieser Stelle endet der erste Teil zu dieser Thematik. Der zweite Teil wird in einer der kommenden Ausgaben veröffentlicht werden. Dort werden weitere Kriterien zu Unterlagen beschrieben und es wird auch über getätigte „alternative Fakten“ gesprochen.

Diesen Beitrag finden Sie auch auf unserer Homepage im Menüpunkt „Download“ / Untermenüpunkt „Planung & Ausführung“.

<https://linetech.de/download/#271-449-wpfd-planung-ausfuehrung>

Weiterführendes Hintergrundwissen zum Thema Aufstellarten, Unterlagen und Gründungen finden Sie im nachfolgenden Datei-Link oder auch in unserem Homepage Download-Bereich.

[2023_09_21 BSW-Webinar, Extrakt FRS-Aufstellarten und Unterlagen](#)

Das Dokument ist eine reduzierte Fassung über die „Grundlagen zu Aufstellarten von FRS“ aus einer Präsentation über die Grundlagen für die Planung von Schutzeinrichtungen. Die vollständige Präsentation über die Grundlagen von Fahrzeug-Rückhaltesystemen und Betonschutzwänden finden Sie ebenfalls auf unserem Download-Bereich sowie auch auf der Homepage der Gütegemeinschaft Betonschutzwand und Gleitformbau e.V. (GBG) unter www.besser-beton.de