

# Schutzeinrichtungen auf eigenständigen Fundamenten

**Anprallgeprüfte LINETECH Schutzeinrichtung LT 205-SF bietet garantierte Sicherheit bei Installationen auf eigenständigen Unterlagen direkt an der Fahrbahnkante.**

## 1. Einleitung und Erläuterung von Fundament-Varianten

Die Anforderung **Schutzeinrichtungen (SE)** auf schmalen, Fahrbahn-unabhängigen und somit eigenständigen **gebundenen Unterlagen** aus Asphalt oder Beton (nachfolgend als **Fundamente** bezeichnet) zu installieren, wird von Tag zu Tag größer. Auch bei Umrüstungen und Erneuerungen im Bestand gewinnt diese Ausführungsvariante zunehmend an Bedeutung.

Die Sicherstellung und Verifizierung der Leistungseigenschaften von SE ist ein primärer Bestandteil der Planung. Diese Anforderung gilt besonders für SE-Installationen auf schmalen, eigenständigen SE-Fundamenten. Eine Übertragung von Leistungsdaten einer SE, welche in **EN 1317 Typprüfungen** (nachfolgend als **Anprallprüfungen** bezeichnet) auf einem durchgehenden Fahrbahn-Fundament oder einem neben der Fahrbahn installierten, im Vergleich zur realen Installation eigenständigen, breiteren SE-Fundament ermittelt wurden, kann dabei nicht ohne weiteres vorausgesetzt werden. Diese Zusammenhänge gelten besonders für leistungsstarke, unverschiebliche SE, welche üblicherweise als Betonschutzwände (Ortbeton- oder Fertigteilbauweise) ausgeführt werden.

Wird in einer realen Installation im Vergleich zur Anprallprüfung ein schmaleres SE-Fundament verwendet, entsteht folglich eine Sicherheitslücke in Bezug auf eine sichere Übertragbarkeit von Leistungsdaten aus der Anprallprüfung in die reale Installation.

Die Abbildung rechts zeigt beispielhaft die Herstellung einer SE auf einem eigenständigen und zugleich sehr schmalen Fundament neben der eigentlichen Fahrbahn. Man spricht in diesem



Zusammenhang dann auch von **Schutzeinrichtungen auf Streifenfundamenten (SE auf SF)**. Die Fahrbahn und das SE-Fundament sind in solchen Ausführungen in der Regel auch durch eine vertikale Längsfuge voneinander getrennt. Wird in einer solchen realen Installation eine SE verwendet, welche in der Anprallprüfung auf einem durchgehenden Fahrbahnfundament oder einem breiteren SF getestet wurde, ist eine sichere Aussage über die real vorliegenden Leistungsdaten nicht ohne weiteres möglich.

In diesem Dokument werden nachfolgend SE auf durchgehenden Fahrbahnfundamenten und SE auf sehr kompakten und eigenständigen SF gegenübergestellt und miteinander verglichen. Dabei werden die grundlegenden Unterschiede erläutert und bewertet.

Im Dokument verwendete Fachbegriffe sowie Erläuterungen von EN 1317 Anforderungen und Klassifizierungen für Anprallprüfungen finden Sie auf unserer Homepage unter den Links <https://linetech.de/glossar/> bzw. <https://linetech.de/fahrzeugrueckhaltesysteme/klassifizierung/>

Die folgende Abbildung zeigt beispielhaft ausgeführte Varianten von SE auf einem durchgehenden Fahrbahnfundament sowie auf einem Streifenfundament direkt an einer Fahrbahnkante.

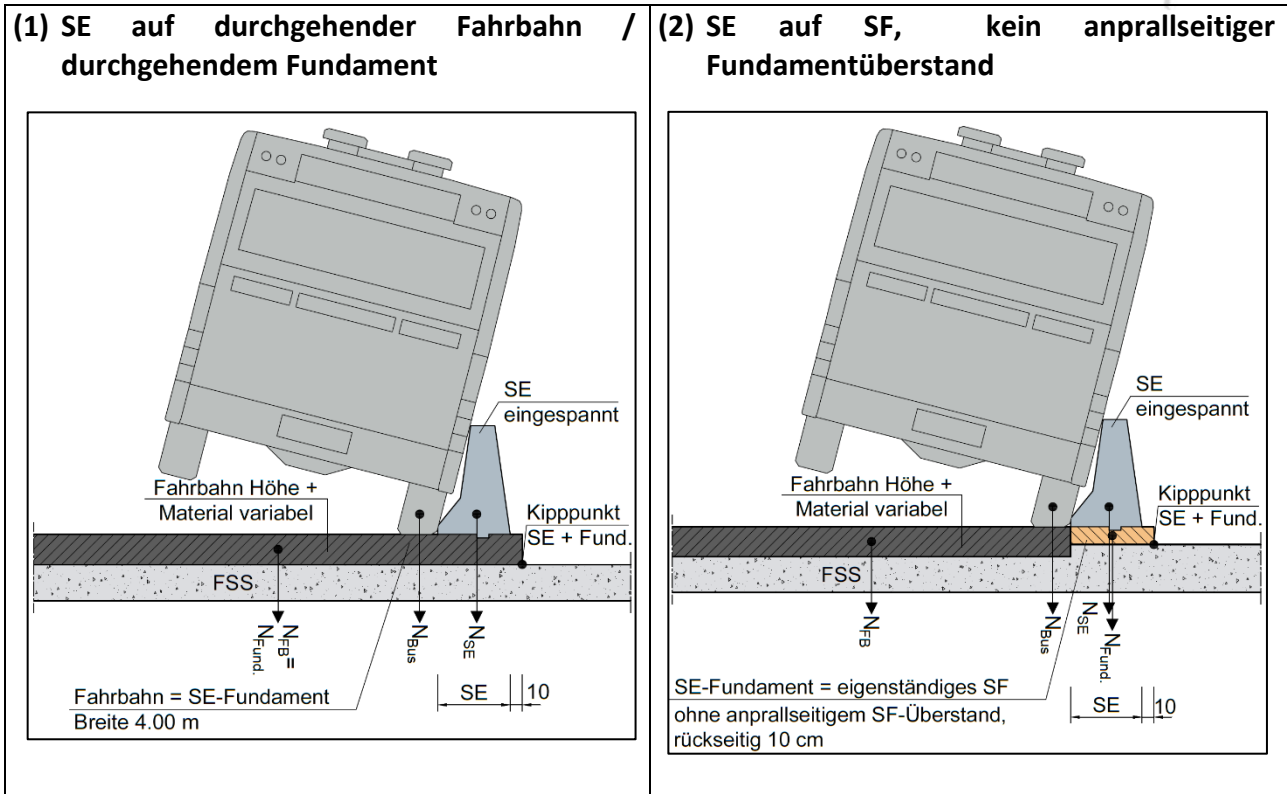
|   |  |
|---|--|
|    |    |
| <p><u>Durchgehendes Fahrbahn-Fundament</u></p> <p>Veranschaulichung eines breiten, durchgehenden Fundaments. Die SE wird direkt am Rand der unterbrechungsfrei hergestellten Fahrbahn installiert. Das SE-Fundament entspricht in einem solchen Fall der Fahrbahn. Es gibt keine vertikale Längsfuge im SE-Fundament.</p> | <p><u>Kompaktes Streifenfundament</u></p> <p>Die Vorderkanten des SE-Fundaments und der SE sind in einer Flucht übereinander angeordnet und direkt an der Fahrbahnkante installiert. Die Installation entspricht somit der kompaktesten Ausführungsvariante. Fahrbahn und SE-Fundament sind durch eine vertikale Längsfuge getrennt.</p> |

Die beiden Beispiel-Installationen weichen sehr stark voneinander ab und bilden in etwa die Grenzen von möglichen Ausführungsvarianten.

Werden in der Praxis SE auf einem im Vergleich zur Anprallprüfung schmaleren SE-Fundament installiert, verringert sich die Kontaktfläche zwischen dem SE-Fundament und dem darunter liegenden Material (i.d.R. eine Frostschuttschicht). Zusätzlich verringern sich die Masse und die Stabilität des SE-Fundaments. Dies gilt besonders für kompakte Varianten von „SE auf SF“. Wichtig in diesem Zusammenhang sind auch anprallseitige und / oder rückseitige SE-Fundamentüberstände und deren Breite vor bzw. hinter einer SE.

In der nachfolgenden Abbildung werden die beiden bildlich gezeigten Ausführungsvarianten schematisch anhand einer Bus Anprallprüfung (TB51: Fahrzeugmasse = 13 t, Geschwindigkeit = 70 km/h, Anprallwinkel = 20°) gegenübergestellt und miteinander verglichen. Für die Betrachtung gelten die folgenden Randbedingungen:

- ⇒ Darstellung der SE als eingespannte unverschiebliche Betonschutzwand
- ⇒ SE ohne Verankerung im Baugrund bzw. der Frostschuttschicht unter dem Fundament (derartige Installationen erfordern eine individuelle Betrachtung)
- ⇒ Regelwerk-konforme Materialien für SE, Fundamente und Frostschuttschichten
- ⇒ Rückseitiger SE-Fundamentüberstand entspricht der Mindestanforderung aus den ZTV FRS (10 cm) und ist in der Anprallprüfung und der realen Installation gleich breit
- ⇒ System „Schutteinrichtung auf Fundament“ = unverschieblich /  $D_{dyn} = 0,0$  m
- ⇒ Horizontalkräfte aus TB51 Anprall für beide Systeme gleichwertig
- ⇒ Keine rückseitige Hinterfüllung der SE / des SE-Fundaments



Verwendete Abkürzungen:

- FSS** Frostschutzschicht
- $N_{FB}$**  Normalkraft einer Fahrbahn (eines durchgehenden Fahrbahnstreifens)
- $N_{Fund.}$**  Normalkraft eines SE-Fundaments
- $N_{Bus}$**  Normalkraft (auch anteilig) des anprallenden Busses
- $N_{SE}$**  Normalkraft einer Schutzeinrichtung

Vergleich der dargestellten Varianten

|   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ SE-Fundament = durchgehende Fahrbahn</li> <li>➤ Keine vertikale Fuge zwischen Fahrbahn und SE-Fundament</li> <li>➤ Stabile und massive Bauweise</li> <li>➤ Große Kontaktfläche zur FSS</li> <li>➤ Große Gesamtmasse / Massenträgheit</li> <li>➤ Hohe Systemsteifigkeit durch Fundament-Scheibenwirkung</li> <li>➤ Großer anprallseitiger Fundamentüberstand. Fahrzeugmasse kann vollständig auf das SE-Fundament übertragen werden (Aktivierung von Fahrzeug-Normalkräften)</li> <li>➤ Großer Widerstand gegen ein Verschieben (große Masse / Kontaktfläche / Fahrzeug-Normalkraft)</li> <li>➤ Kippen der SE „nur“ bei Verbundverlust zum Fundament oder bei Fundamentbruch</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ SE-Fundament = eigenständiges SE-Fund.</li> <li>➤ Vertikale Fuge zwischen Fahrbahn und SE-Fundament</li> <li>➤ Kompakte Bauweise, i.d.R. geringere Höhe</li> <li>➤ Geringe Kontaktfläche zur FSS</li> <li>➤ Geringe Gesamtmasse / Massenträgheit</li> <li>➤ Geringe Systemsteifigkeit durch schmale Fundamentscheibe</li> <li>➤ Kein anprallseitiger Fundamentüberstand. Fahrzeugmasse kann nicht auf das SE-Fundament übertragen werden (keine Aktivierung von Fahrzeug-Normalkräften)</li> <li>➤ Geringer Widerstand gegen ein Verschieben (geringe Masse / Kontaktfläche, keine Fahrzeug-Normalkraft)</li> <li>➤ Geringe Kippsicherheit durch sehr schmales Fundament</li> </ul> |
|---|--|

Zwischen den beiden dargestellten Ausführungsvarianten gibt es mit Blick auf Anprallprüfungen als auch auf reale Installationen eine Vielzahl von möglichen Varianten „SE auf Fundament“.

Ist das SE-Fundament ein SF, kann die vertikale Fuge zwischen Fahrbahn und SF beispielsweise auch 50 cm vor der Vorderkante der SE liegen. Der Abstand würde dann dem Regelabstand einer SE zur Fahrbahn-Bezugslinie entsprechen. Bei einem solchen anprallseitigen Fundamentüberstand können dann abweichend zu einer „SE auf SF“ ohne anprallseitigem Fundamentüberstand relevante Massenanteile eines anprallenden Fahrzeugs auf das SF übertragen werden. In Folge entstehen Normalkräfte, welche einem Verschieben oder einem Kippen des Systems bzw. des SE-Fundaments entgegenwirken. Ist der anprallseitige Fundamentüberstand sehr klein oder gar nicht vorhanden, können kaum bzw. keine Normalkräfte aus der Fahrzeugmasse auf das SF übertragen werden.

Neben der Berücksichtigung von anprallseitigen SE-Fundamentüberständen und den Eigenschaften des Materials unter einem SE-Fundament (Frostschuttschicht) ist auch die Berücksichtigung von rückseitigen Fundamentüberständen wichtig. Waren in Anprallprüfungen Fundamentüberstände nach hinten über die Rückseite der SE hinaus installiert, können diese in einer realen Installation nicht ohne weiteres gekürzt werden. Auch ein Ersetzen von anprallgeprüften SE-Fundamentbereichen aus Asphalt oder Beton durch ungebundene Materialien (z.B. Kies) führt insbesondere bei Systemen „SE auf SF“ zu einer wesentlichen Veränderung der Systemstatik. Neben der reduzierten Kontaktfläche zwischen SE-Fundament und Frostschuttschicht wandert in einem solchen Fall auch der Kippunkt des Fundaments in Richtung Fahrbahn, was zu einer Abnahme der Kippsicherheit führt.

Wird bei einer SE in einer realen Installation die Fundamentbreite gegenüber der Breite aus der Anprallprüfung verkleinert, verringert sich die Kontaktfläche zwischen dem Fundament und der darunter liegenden Materialschicht (in der Regel Frostschuttschicht). Wird zudem der anprallseitige SE-Fundamentüberstand sehr klein, fallen auch die stützenden Normalkräfte aus der Fahrzeugmasse weg. Hierdurch steigt die Anforderung an ein System „SE auf SF“ in Bezug auf die Übertragung von einwirkenden Anprallkräften über das SE - Fundament auf die Frostschuttschicht, da die Kräfte auf einer kleineren Fläche abgetragen werden müssen. In Folge erhöht sich das Risiko eines Verschiebens und / oder eines Kippens des installierten Systems „SE auf SF“.

Installationen von Schutzeinrichtungen auf kompakten Streifenfundamenten sind im Vergleich zu Installationen auf durchgehenden Fahrbahnen oder auch breiten Streifenfundamenten folglich einer höheren Beanspruchung ausgesetzt. Eine Reduzierung von Fundamentabmessungen in einer realen Installation gegenüber den Abmessungen einer Anprallprüfung führt demnach – insbesondere bei Streifenfundamenten – zu einer Ungewissheit hinsichtlich einer Übertragbarkeit der anprallgeprüften Leistungsdaten in die reale Installation.

Eine sichere Übertragung von anprallgeprüften Leistungsdaten einer Schutzeinrichtung in eine reale Anwendung ist dann möglich, wenn das in der Anprallprüfung verwendete SE-Fundament im Vergleich zum Fundament einer realen Installation entweder die gleiche oder eine geringere Breite hatte und die sonstigen Randbedingungen gleichwertig sind.

## 2. Entwicklung und Prüfung einer Schutzeinrichtung auf Streifenfundament

Mit Bezug auf die besonderen Anforderungen an eigenständige SE-Fundamente hat die Firma LINETECH GmbH & Co. KG die Thematik von kompakten Streifenfundamenten (SF) umfangreich analysiert. Im Anschluss an eine Reihe von theoretischen und praktischen Untersuchungen wurde eine neue **Schutzeinrichtung (SE)** für die Aufhaltestufen N2, H2 und L2 konzipiert, entwickelt und im Anschluss den erforderlichen Anprallprüfungen unterzogen.



Die Neuentwicklung beruht im Wesentlichen auf einer Installation, bei welcher die Vorderkanten des **Streifenfundaments (SF)** und der SE in einer Flucht übereinander angeordnet sind und das System „SE auf SF“ **direkt an einer Fahrbahnkante installiert** wird. Dabei ist auch eine vertikale Längsfuge zwischen Fahrbahn und SF vorhanden. Der rückseitige Fundamentüberstand erfüllt die Mindestanforderungen der ZTV FRS. Das geprüfte System entspricht damit dem kompaktesten SE-Fundamente direkt an einer Fahrbahnkante. Mit Blick auf die verwendete Frostschutzschicht unter dem SF wurde diese basierend auf den Ergebnissen der durchgeführten Praxisversuche und gemäß den Anforderungen aus dem Regelwerk TL SoB-StB ausgewählt.

Das neu entwickelte Produkt mit dem Arbeitstitel **LT 205-SF** hat die erforderlichen EN 1317



Anprallprüfungen (Foto links zeigt den TB51 Busanprall) erfolgreich bestanden. Dabei wurden die folgenden Leistungsdaten ermittelt:

**H2 • W1 • ASI B • VI 1 • Ddyn. = 0,0 m**

Nach aktuellem Kenntnisstand ist dieses System „SE auf SF“ mit den erzielten Leistungsdaten derzeit einmalig und damit die **erste mittels Fahrzeugprüfungen zertifizierte Schutzeinrichtung** für ein System „SE auf SF“ in **kompaktester Ausführung**. Mit Blick auf eine

zukunftsorientierte Ausrichtung wurde die LT 205-SF auch einer TB32 Anprallprüfung unterzogen und ist somit neben der Aufhaltestufe H2 auch für die Aufhaltestufen N2 und L2 qualifiziert.

Die CE-Zertifizierung sowie die Anerkennung des Systems durch die BASt sind mittlerweile durchgeführt worden. Die LT 205-SF ist nun als Modifikation „Bauweise Streifenfundament“ für die Schutzeinrichtung LT 205-12 (SE-1133) verfügbar. Für die Praxis bedeutet dies, dass die LT 205-12 für alle in der Praxis vorkommenden Installationen anprallgeprüfte und damit 100 % Sicherheit bietet. Eine Übertragung der anprallgeprüften Leistungsdaten ist für alle realen Installationen sicher möglich.

### 3. Zusammenfassung

Schutzeinrichtungen auf Streifenfundamenten werden im Vergleich zu Schutzeinrichtungen auf durchgehenden Fahrbahnfundamenten konstruktionsbedingt höher beansprucht.

Werden in der Praxis Schutzeinrichtungen auf Fundamenten installiert, welche im Vergleich zu den Fundamenten der Anprallprüfungen eine geringere Breite aufweisen, kann eine Sicherheitslücke entstehen. Die Leistungsdaten aus der Typprüfung können für derartige Situationen nicht ohne weiteres in eine reale Installation übertragen werden.

Insbesondere bei fahrbahnunabhängigen, eigenständigen Fundamenten (Streifenfundamenten) führt eine Verkleinerung von anprallgeprüften Fundamentabmessungen (im Wesentlichen der Fundamentbreite) in realen Installationen mit hoher Wahrscheinlichkeit zu Einschränkungen bei den Leistungsdaten. Dies gilt auch für Kürzungen von Fundament-Überständen auf der Rückseite der SE. Ein Ersetzen von Fundament-Überständen aus Asphalt oder Beton durch ein Baustoffgemisch führt mit hoher Wahrscheinlichkeit ebenfalls zu einem Leistungsverlust.

Mit der LT 205-SF steht eine Schutzeinrichtung zur Verfügung, welche für den kompaktesten Einsatzfall „Schutzeinrichtung auf Streifenfundament“ anprallgeprüft wurde. Mit den praktisch nachgewiesenen Leistungsdaten bietet die Schutzeinrichtung damit sicher übertragbare Leistungsdaten für Installationen auf allen Streifenfundamenten sowie auf allen durchgehenden Fahrbahnfundamenten. Nachfolgend sind die Eigenschaften und Haupteinsatzgebiete der neu entwickelten Schutzeinrichtung stichpunktartig zusammengefasst.

#### LT 205-SF Kompaktübersicht / Steckbrief<sup>1</sup>

- Anprallgeprüft mit schmalstem realisierbaren Streifenfundament = Grundlage für eine sichere Übertragbarkeit der ermittelten Leistungsdaten auf alle realen Installationen
- Sehr gute Leistungsdaten: H2 und L2:  $W1 * ASI B * VI1 * D_{dyn.} = 0,0 \text{ m}$
- Ortbeton und Nut sichern reproduzierbare 100 % Verbindung zwischen SE und SF
- Regelwerk-konforme Frostschutzschicht unter dem Streifenfundament
- Minimaler Raumbedarf durch eigenständiges SF in kompaktester Ausführung
- Ein System für alle möglichen Einsatzfälle => Streifenfundamente und durchgehende Fahrbahnfundamente => minimale Anzahl von Systemübergängen
- Eigenständiges, separat hergestelltes System „Schutzeinrichtung auf Streifenfundament“ => unabhängig von vorhandenen Installationen (z.B. Fahrbahn)
- Unabhängig vom vorhandenen Baugrund, keine Verankerung
- Ideal für Umrüstungen oder Nachrüstungen im Bestand
- Ideal für Installationen in Hanglage oder bei abfallenden Böschungen
- Ideal für temporäre Absicherungen: Kann praktisch überall einfach, schnell und ohne Einschränkungen installiert werden bzw. „angebaut“ werden
- Gemeinsam mit der profilgleichen LT 201 BW für Ingenieurbauwerke ideal für durchgehende N2, H2, L2 Sicherheit ohne jegliche dynamische Durchbiegung

<sup>1</sup> Siehe hierzu auch die allgemeinen Informationen zu unseren Produkten in der LINETECH Broschüre „Kompaktübersicht“, Seite 2: Gute Gründe für Betonschutzwände in Ortbetonbauweise (BSWO)

Aufgrund der sehr hohen Komplexität in Bezug auf die vielfältigen Möglichkeiten bei Ausführungen von „SE auf Fundament“ wurden in diesem Dokument nur zwei Varianten betrachtet, verglichen und bewertet. Die beiden Fälle sind sehr unterschiedlich und stellen die praktischen Grenzen der Bandbreite von möglichen Ausführungsvarianten zwischen einem durchgehenden Fahrbahnfundament und dem kompaktesten Streifenfundament dar. Eine tiefere und umfangreichere Analyse der Zusammenhänge und den veränderten Randbedingungen von verschiedenen SE-Fundamentvarianten ist in Vorbereitung und wird in einer separaten Ausarbeitung durchgeführt.

Auf den folgenden Seiten finden Sie weitergehende Informationen über den prinzipiellen Aufbau sowie technische und einsatzspezifische Daten der Schutzeinrichtung LT 205-SF.

Sofern darüber hinaus weitere Informationen benötigt werden sollten – auch zu den angesprochenen, nicht im Detail erläuterten Punkten – sind wir sehr gern bereit, weitergehende Informationen zur Verfügung zu stellen oder die Thematik auch mit Ihnen gemeinsam tiefergehend oder Fall-spezifisch zu erörtern – immer mit der Zielsetzung, sichere Lösungen für Fahrzeug-Rückhaltesysteme in realen Installationen zu schaffen.

Mit freundlichen Grüßen

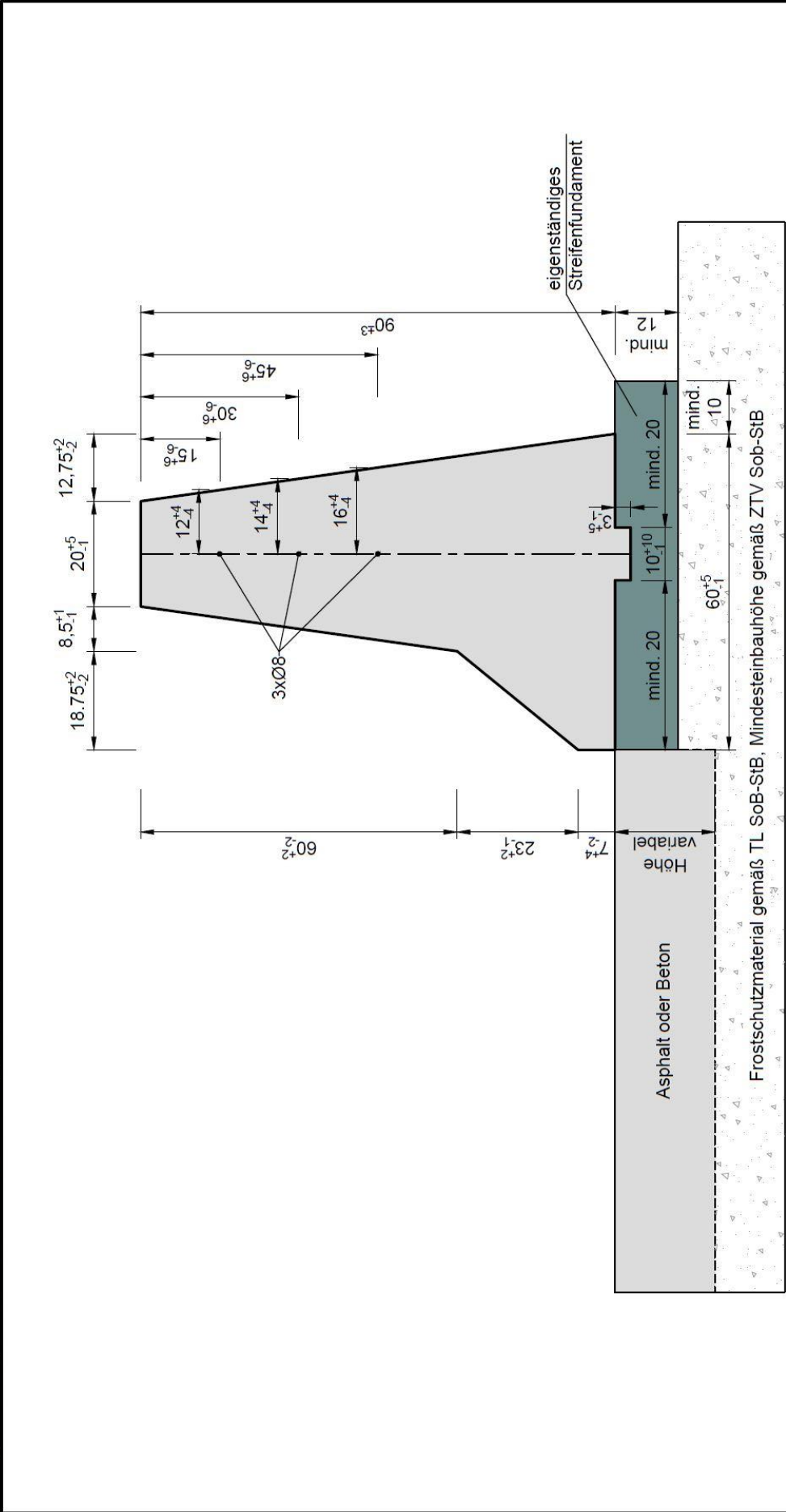


LINETECH GmbH & Co. KG

Geschäftsführung

Hermann Volk

Diese Unterlagen sind geistiges Eigentum der Linetech GmbH & Co. KG, Von-Hinefeld-Strasse 99, D-50829 Köln. Jegliche Vervielfältigung, Mikrofilmierung, elektronische Weitergabe, Übersetzung sowie Entzerrung und Verarbeitung in elektronischen Systemen bleibt vorbehalten und ist ohne schriftliche Genehmigung nicht gestattet.



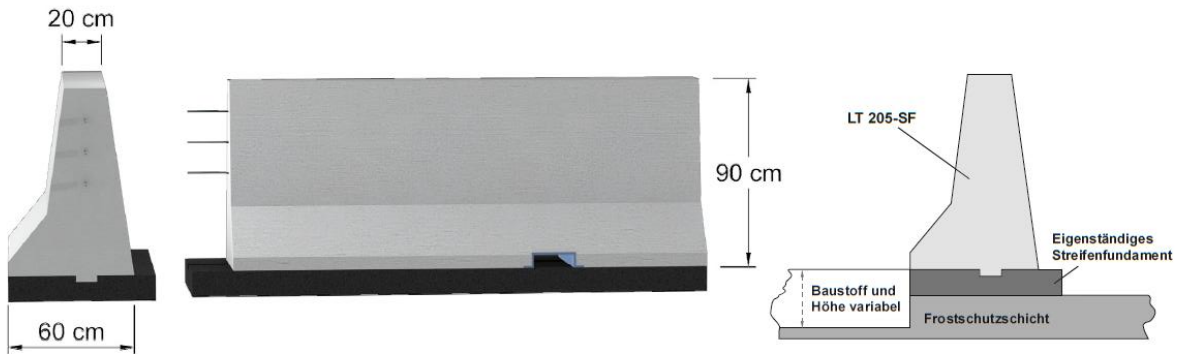
|                               |                 |            |            |
|-------------------------------|-----------------|------------|------------|
| <b>LINETECH</b> GmbH & Co. KG | Maßstab:        | Blatt:     | 5          |
|                               | Aufbauzeichnung |            |            |
| Linetech<br>LT 205-SF         | bearbeitet      | Datum      | Name       |
|                               | geprüft         | 29.11.2021 | N. Kallmes |





**LT 205-SF • Strecke • L2 • W1 • ASI B • VI 1**

Fahrzeug-Rückhaltesystem als Betonschutzwand in Ortbetonbauweise (FRS-BSWO)



**Abmessungen / Gewicht**

|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| Systembreite                     | 0,60 m     |
| Systemhöhe                       | 0,90 m     |
| Kopfbreite                       | 0,20 m     |
| Ca. Gewicht (pBeton = 2,35 t/m³) | 767 kg / m |

**Produktdetails**

|                       |                              |
|-----------------------|------------------------------|
| Profil/Wirkungsweise  | Step-Line Profil/einseitig   |
| Aufstellart           | eingespannt                  |
| Lagesicherung         | Nut (10 cm breit, 3 cm tief) |
| Prüflänge             | 49,0 m                       |
| Unterlage             | Asphalt oder Beton           |
| Bewehrung             | Edelstahl                    |
| TK FRS Identifikation | Begutachtung beantragt       |

**Kennwerte Anprallprüfung**

| Aufhaltestufe                   | N2, H2, L2 |       |       |
|---------------------------------|------------|-------|-------|
|                                 | TB 11*     | TB 32 | TB 51 |
| Prüfung                         | 0,0 m      | 0,0 m | 0,0 m |
| Normalisierte dyn. Durchbiegung | 0,0 m      | 0,0 m | 0,0 m |
| Wirkungsbereich Klasse          | W1         | W1    | W1    |
| Anprallheftigkeit ASI           | B          | B     | -     |
| Fahrzeugeindringung Klasse      | -          | -     | VI 1  |

\*Übertragung TB 11 Ergebnisse von LT 205-10 Fz-Prüfung

© Copyright by LINETECH GmbH & Co. KG

**Zusatzinformationen**

- Erste geprüfte BSWO auf separatem Streifenfundament direkt an der Fahrbahnkante, Basis für Modifikation der LT 205-12
- Gemeinsam getestet mit Entwässerungsöffnungen LT 902. Systemadapter LT 901 und Übersteighilfe LT 904
- Mindestaufstelllänge für Aufhaltestufe N2 = 15,0 m

**Vorteile im Einsatz**

- PKW Anpralle erfordern in der Regel keine Reparaturen
- Nur 12 cm dicke Unterlage, ohne dynamische Durchbiegung
- Hohe LKW Durchbruchsicherheit, hohe System-Restsicherheit auch nach erfolgten Fahrzeug-Anprallen
- Edelstahlbewehrung garantiert Dauerhaftigkeit
- Installation auf eigenständigem Streifenfundament ermöglicht universellen Einsatz in allen Örtlichkeiten
- Ideal für Wasserschutzgebiete
- Geringe Betriebskosten bei maximaler Wartungsfreundlichkeit

**Optional**

- Systemhalter LT 901
- Entwässerungsöffnungen LT 902
- Übersteighilfe LT 903/LT 904
- Abdeckhaube LT 1-3-1
- Kurz-Dilatation LT 1-5-1
- Spaltabdeckung LT 905

LT 205-SF\_PF\_de\_V03\_11-21