



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Verkehr BAV
Abteilung Sicherheit

Datum: 22.07.2020

Version: 2.0

Aktenzeichen: sco / BAV-230.0-00004/00017/00016/00003/00001

Richtlinie

Nachweis Fahrzeuge zur Einhaltung der Vorgaben an Perronkante P55

Impressum

Herausgeber:	Bundesamt für Verkehr
Autor:	Thomas Schlusemann
Verteiler:	Veröffentlichung auf der BAV-Internetseite
Sprachfassungen:	Deutsch (Original)

BAV-interne Dokumentenlenkung

Q-Plan Stufe:	RL, öffentlich
QM-SI-Anbindung:	
Anwendungsgebiet BAV-Prozesse:	BAV Prozess 42

Diese Richtlinie tritt am 01.11.2020 in Kraft.

Bundesamt für Verkehr
Abteilung Sicherheit

Abteilung Infrastruktur

Dr. Rudolf Sperlich, Vizedirektor

Anna Barbara Remund, Vizedirektorin

Ausgaben / Änderungsgeschichte

Version	Datum	Ersteller	Änderungshinweise	Status ^x
2.0	Juli 2020	Th. Schlusemann	Rollstuhlneigung ergänzt, Rückmeldungen Branche ein- gearbeitet	in Kraft

^x folgende Status sind vorgesehen: in Arbeit; in Review; in Kraft/mit Visum; abgelöst

Inhalt

1	Zweck der Richtlinie.....	4
2	Gesetzliche Grundlagen	4
3	Abgrenzungen	5
4	Beschreibung des Vorgehens	6
4.1	Nachweis Einhaltung Spaltbreite / Stufenhöhe am Perron.....	6
4.2	Validierung des Verfahrens.....	7
4.3	Nachweis Einhaltung Rollstuhlneigung.....	8
5	Eingabedaten.....	9
5.1	Fahrzeug	9
5.2	Infrastruktur	10
5.3	Ergänzende Erläuterungen	12
6	Begriffe	12
7	Anhang: Datensätze zur Validierung.....	15
7.1	Eingabedaten Fahrzeug Typ 1.....	15
7.2	Resultate Fahrzeug Typ 1 - Klapptritt / fester Schiebetritt	16
7.3	Resultate Fahrzeug Typ 1 - Intelligenter Schiebetritt.....	17
7.4	Eingabedaten Fahrzeugtyp 2.....	18
7.5	Resultate Fahrzeug Typ 2 - Klapptritt / fester Schiebetritt	19
7.6	Resultate Fahrzeug Typ 2 - Intelligenter Schiebetritt.....	20
7.7	Eingabedaten Fahrzeugtyp 3.....	21
7.8	Resultate Fahrzeug Typ 3 - Klapptritt / fester Schiebetritt	22
7.9	Resultate Fahrzeug Typ 3 - Intelligenter Schiebetritt.....	23
7.10	Wertetabelle zu den Grafiken	24

1 Zweck der Richtlinie

Zweck dieser Richtlinie ist

- der Fahrzeugindustrie einen einheitlichen Weg vorzugeben, wie der Nachweis erbracht werden kann, dass neu gebaute Fahrzeuge an Perrons des Typs P55¹ die Anforderungen der AB-EBV hinsichtlich der einzuhaltenden maximalen Spaltbreite zwischen Tritt- und Perronkante erfüllen,
- der Fahrzeugindustrie einen Weg vorzugeben, wie der Nachweis an der Schnittstelle Fahrzeug (Fahrzeugboden) – Perron im 40mm-überhöhten Gleis erbracht werden kann,
- die für die Nachweisführung seitens des Herstellers benötigten Angaben (insb. Angaben zur Infrastruktur) so umfassend vorzugeben, dass eine vollständige Trennung der Verfahren zur (infrastrukturseitigen) Plangenehmigung und zur (fahrzeugseitigen) Betriebsbewilligung erreicht wird.

2 Gesetzliche Grundlagen

Das Schweizer Bundesrecht und die bislang erfolgte Rechtsprechung messen der autonomen Benützung des öffentlichen Verkehrs durch mobilitätseingeschränkte Personen und somit unter anderem dem niveaugleichen Einstieg in die Fahrzeuge einen hohen Stellenwert bei. Der aus dem Behindertengleichstellungsgesetz (BehiG)² hervorgehende Grundsatz der autonomen Benützung wurde in der Verordnung über die behindertengerechte Gestaltung des öffentlichen Verkehrs (VböV)³ konkretisiert. Er hat über das Eisenbahngesetz (EBG)⁴ und die zugehörige Verordnung (EBV)⁵ Eingang in die Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung (AB-EBV)⁶ gefunden: In den AB-EBV sind die einzuhaltenden technischen Maximalwerte bezüglich des niveaugleichen Einstieges in die Fahrzeuge des Schienenverkehrs festgehalten bzw. verweisen auf die Werte der TSI PRM⁷. Wo diese Werte nachweislich nur mit unverhältnismässigen Massnahmen zu realisieren wären, ist nach dem im BehiG festgehaltenen Verhältnismässigkeitsprinzip eine Ersatzlösung in der Form von Personalhilfe anzubieten. Über die Verhältnismässigkeit entscheidet das BAV im Rahmen der im jeweiligen Einzelfall nötigen Interessenabwägung.

Die Kompetenz des BAV zum Erlass der vorliegenden Richtlinie ergibt sich aus den übergeordneten Vorschriften (EBG, EBV, AB-EBV).

¹ Perronausführung gemäss Typenzulassung ZR44TZ2009-02-0004 für die Perronkanten P55 und P35 (Normalspur) vom 19. Februar 2009, AB-EBV zu Art. 21, AB 21 sowie R RTE 20012

² SR **151.3**

³ SR **151.34**

⁴ SR **742.101**

⁵ SR **742.141.1**

⁶ SR **742.141.11**, AB 48.2

⁷ VERORDNUNG (EU) Nr. 1300/2014 DER KOMMISSION vom 18. November 2014 über die technischen Spezifikationen für die Interoperabilität bezüglich der Zugänglichkeit des Eisenbahnsystems der Union für Menschen mit Behinderungen und Menschen mit eingeschränkter Mobilität

3 Abgrenzungen

Diese Richtlinie beschränkt sich auf die Situation des Normalspurnetzes. Bei Netzen mit abweichenden Spurweiten kann nach Rücksprache mit dem BAV sinngemäss vorgegangen werden. Die Situation auf Meterspurnetzen ist Gegenstand einer separaten Richtlinie.

Eine Betrachtung der Verhältnisse bei Strassenbahnnetzen ist im Rahmen dieser Richtlinie nicht vorgesehen.

Die Rollstuhlneigung im Fahrzeuginnern infolge von Absätzen im Fahrzeuginnern sowie mögliche Muldensituationen werden in der vorliegenden Richtlinie nicht behandelt. Die Umsetzung der entsprechenden Vorgaben ist Aufgabe des jeweiligen Fahrzeugherstellers.

Die Vorgaben für die Rollstuhlneigung an der Schnittstelle Fahrzeug – Perron beschränken sich auf Fälle mit maximal 40mm Überhöhung.

Generell werden die Fahrzeuge im Stillstand an den Perronkanten betrachtet. Sie befinden sich entweder im geraden Gleis oder sind vollständig in Bögen mit konstantem Radius eingefahren.

Fahrzeuge im Kurveneingang, bei Radienübergängen und S-Kurven werden nicht betrachtet. Hingegen wird im Rahmen ingenieurmässiger Überlegungen angenommen, dass Fahrzeuge, welche nach den hier genannten Vorgaben ausgelegt sind, auch in nicht im Einzelnen untersuchten Fällen ein günstiges Verhalten aufweisen werden.

Störungsszenarien bei den Fahrzeugen wie zum Beispiel der Notlauf werden nicht betrachtet.

4 Beschreibung des Vorgehens

4.1 Nachweis Einhaltung Spaltbreite / Stufenhöhe am Perron

Folgende Fahrzeugbauarten (Typen 1 bis 3, siehe Abbildung 1) sind berücksichtigt:

- 1 Fahrzeug mit zwei Drehgestellen,
- 2 aufgesatteltes Fahrzeug mit Auflagepunkt am zweiten Drehgestell,
- 3 aufgesatteltes Fahrzeug mit Auflagepunkt am zweiten Wagenkasten.

Andere Konstruktionen sind über Parameteranpassungen auf die genannten Bauarten zurückführen; sollte dies nicht gelingen, so ist das weitere Vorgehen im Sinne dieser Richtlinie mit dem BAV festzulegen.

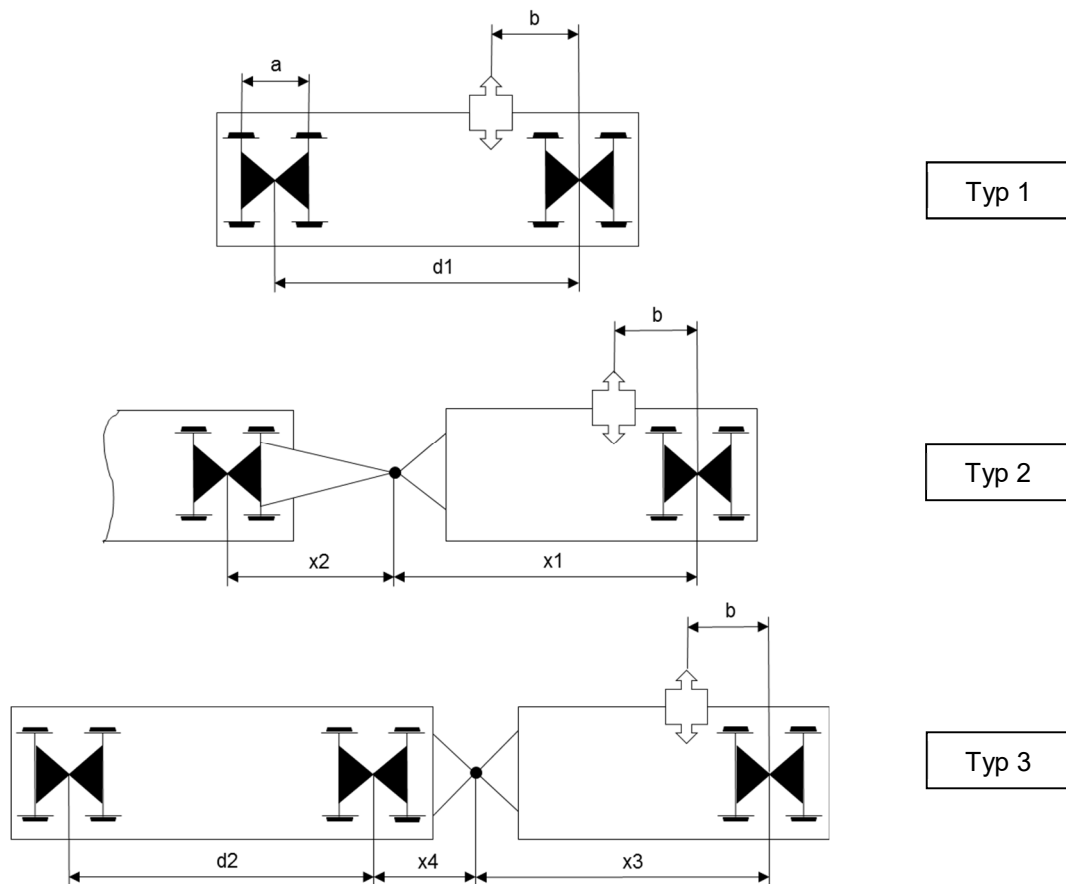


Abbildung 1: Fahrzeugtypen

Die Nachweise sind für folgende 5 Situationen zu erbringen:

- a Lage Trittkante zu Perronkante (Perronkante an der Kurvenaussenseite) bei Radius 350 m bei Überhöhung 75mm
- b Lage Trittkante zu Perronkante (Perronkante an der Kurveninnenseite) bei Radius 250 m bei Überhöhung 75mm
- c Lage Trittkante zu Perronkante (Perronkante an der Kurvenaussenseite) bei Radius 350 m ohne Überhöhung
- d Lage Trittkante zu Perronkante (Perronkante an der Kurveninnenseite) bei Radius 250 m ohne Überhöhung
- e Lage Trittkante zu Perronkante in der Geraden ohne Überhöhung

Jede Berechnung kann sich in die folgenden Schritte gliedern; die genannten vier Ablaufschritte sind Vorschläge, die Einzelheiten des Vorgehens können den erwähnten Referenzdokumenten abgeleitet werden.

- Schritt I - Berechnung der Lage der Trittkante zur Gleisachse
- Schritt II - Berechnung des Referenzzustandes aus dem Mittelwert der räumlichen Lage der Perronkante, des Gleises und der Fahrzeugachse unter Berücksichtigung der systematischen Toleranzen
- Schritt III - Überlagerung der zufälligen Toleranzen
- Schritt IV Berechnung und Darstellung des horizontalen und vertikalen Toleranzfeldes der Position der Trittkante relativ zur Perronkante

Das BAV erwartet die grafische Darstellung der horizontalen und vertikalen Toleranzfelder der Lage der Trittkante relativ zur Perronkante für die oben genannten 5 Situationen (siehe auch Beispiele im Anhang).

4.2 Validierung des Verfahrens

Das BAV gibt darüber hinaus kein Berechnungsverfahren vor; das Vorgehen ist dem Antragsteller freigestellt. Es obliegt dem Antragsteller, das gewählte Vorgehen zu validieren.

Zu diesem Zweck stellt das BAV je einen Satz mit Eingabedaten der drei obengenannten Fahrzeugbauarten zu Verfügung. Die erwarteten Resultate werden ebenfalls zur Verfügung gestellt. Das BAV verlangt auf Basis dieser Vorgaben den Nachweis, dass das gewählte Vorgehen unter Verwendung der vorgegebenen Eingabedaten die vorgegebenen Resultate liefert. Der Umgang mit allfälligen Rechenungenauigkeiten ist mit dem BAV abzustimmen.

Ist dies erfolgt, so akzeptiert das BAV die weitere Verwendung des Verfahrens zur Erbringung der Nachweise des jeweiligen Fahrzeugtyps.

Die Validierung ist für jeden Fahrzeugtyp einmal durchzuführen. Für die Validierung genügt die Berechnung für den Radius 350m bei Überhöhungen von 0 und 75 mm.

4.3 Nachweis Einhaltung Rollstuhlneigung

Neben dem Nachweis der Einhaltung der Spaltbreite-/Stufenhöhe an Perron gemäss Ziffer 4.1 ist die Einhaltung der maximalen auftretenden Rollstuhlneigung nachzuweisen.

Die Nachweise sind für die Fälle a bis d, allerdings mit einer verringerten Überhöhung von 40mm sowie für den Fall e zu führen.

An der Schnittstelle Fahrzeug (Fahrzeugboden) / Perron ist eine maximale Rollstuhlneigung von 18% zulässig.

Es ist der Referenzrollstuhl gemäss Abbildung 2 zu verwenden. Die kleineren Räder des Rollstuhls befinden sich auf dem Perron, die grossen Räder befinden sich auf dem Fahrzeugboden (nicht auf der Oberseite des ausgefahrenen Trittbrettes).

Die entsprechenden Vorgaben finden sich in den AB-EBV zu Art. 53, AB 53.1.

Für das Fahrzeug sind die Daten aus Abschnitt 5.1 zu verwenden.

Für die Infrastruktur sind die Daten aus Abschnitt 5.2 zu verwenden.

Der Nachweis ist für die höchst mögliche Position des Trittbretts resp. des Fahrzeugbodens durchzuführen.

Die gemäss 4.2 vorgenommene Validierung des Modells genügt auch für diesen Nachweis.

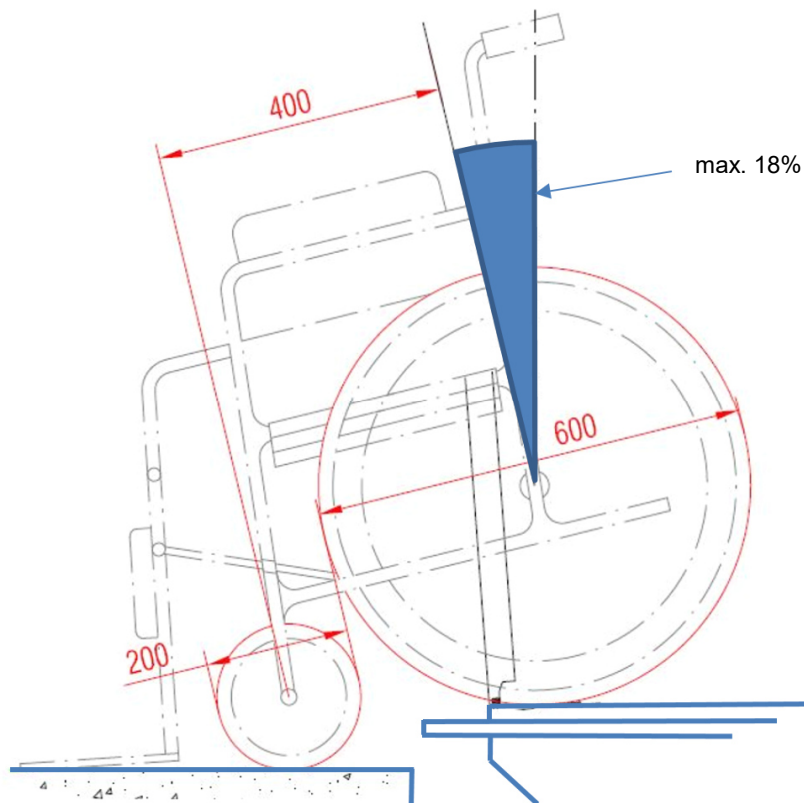


Abbildung 2: Rollstuhlneigung Referenzrollstuhl

5 Eingabedaten

5.1 Fahrzeug

Bezeichnung	Zeichen in Abb. 1	Betrag	Einheit
Wankkoeffizient			[-]
Wankpol über SOK			[mm]
Einstiegshöhe Tritt über SOK (unbeladen)			[mm]
Einfederung brutto maximal ⁸			[mm]
Einfederung Referenzzustand 1/3 von Einfederung brutto maximal			[mm]
Einfederung brutto zufällige Toleranz: Referenzzustand +/- 1/3 der Einfederung von brutto maximal			[mm]
Bandagenverschleiss maximaler Wert, bevor kompensiert wird			[mm]
Bandagenverschleiss Referenzzustand: halber maximaler Wert			[mm]
Bandagenverschleiss, zufällige Toleranz: Referenzzustand +/- halber maximaler Wert			[mm]
Spurmass, Referenzzustand		1420	[mm]
Spurmass, zufällige Toleranz um den Referenzzustand		-10 / +6	[mm]
Wiegenquerspiel gegen innen			[mm]
Radsatzabstand im Drehgestell	a		[mm]
Abstand Türmitte zu Drehzapfen	b		[mm]
bei Fahrzeugtyp 1:			
Drehzapfenabstand	d1		[mm]
bei Fahrzeugtyp 2:			
Distanz Drehzapfen 1 zu Auflagepunkt	x1		[mm]
Distanz Drehzapfen 2 zu Auflagepunkt	x2		[mm]
bei Fahrzeugtyp 3:			
Distanz Drehzapfen 1 zu Auflagepunkt	x3		[mm]
Drehzapfenabstand 2. Wagen	d2		[mm]
Distanz Drehzapfen 2 zu Auflagepunkt	x4		[mm]
bei Klapptritt oder festem Schiebetritt:			
Distanz Fahrzeugmitte - Klapptritt			[mm]
bei „intelligentem“ Schiebetritt:			
Distanz Schiebetritt - Perronkante, Annahme Hersteller, zul. Maximum 75 mm			[mm]

⁸ Beladungszustand „Auslegungsmasse bei normaler Zuladung“ gemäss SN EN 15663

5.2 Infrastruktur

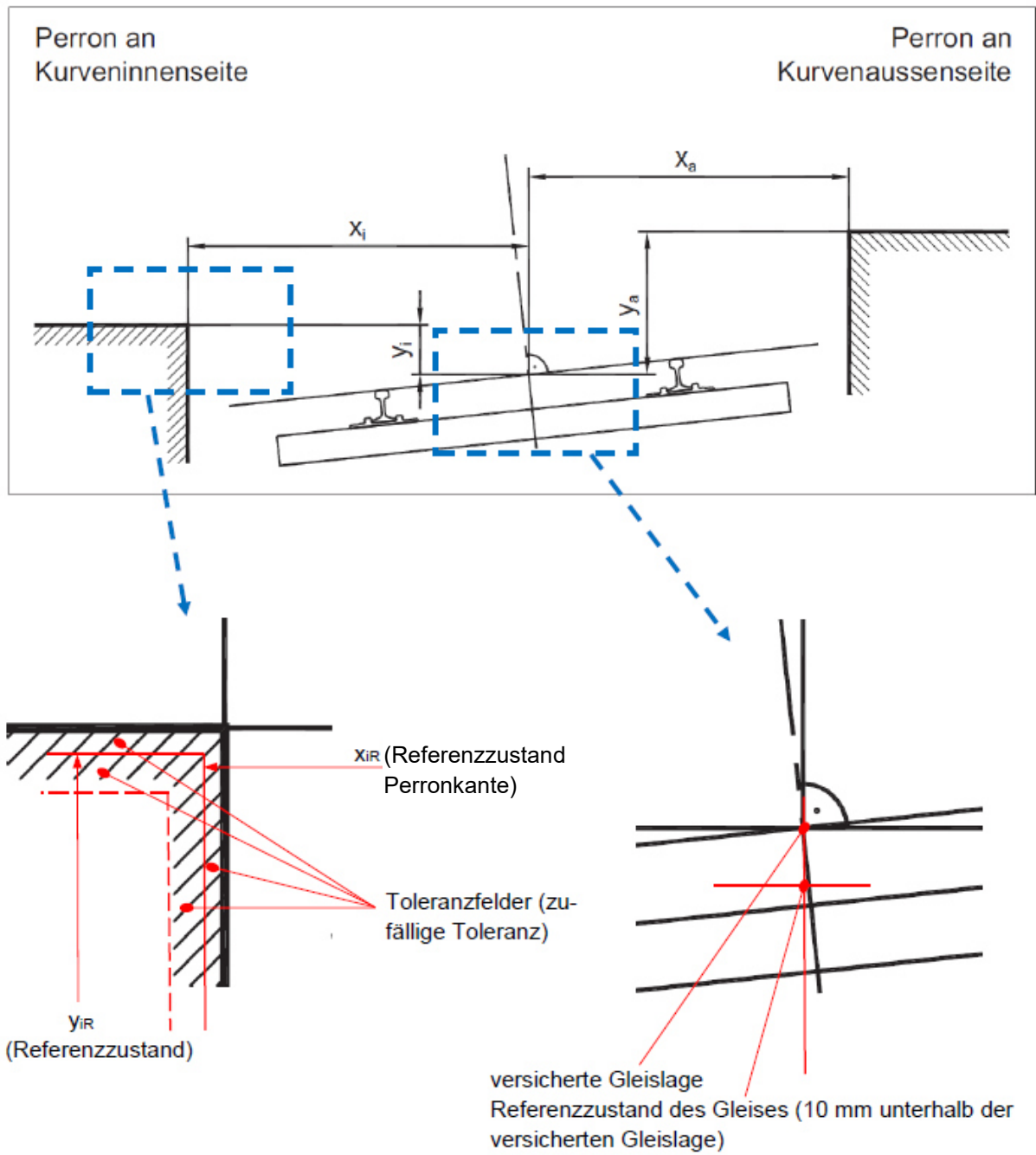


Abbildung 3: Querschnitte

Bezeichnung	Betrag	Einheit
Radius	350, 250, unendlich	[m]
Überhöhung	0 oder 75	[mm]
Zu berücksichtigende Abmessungen der Perronkante für Überhöhung 0 mm:		
• Kurveninnenseite und -aussenseite Abstand ($x_i = x_a$)	1690	[mm]
• Kurveninnenseite und -aussenseite Höhe ($y_i = y_a$)	550	[mm]
• Referenzzustand Abstand ($x_{iR} = x_{aR}$)	1695	[mm]
• Referenzzustand Höhe ($y_{iR} = y_{aR}$)	545	[mm]
• zufällige Toleranz Abstand um Referenzzustand x_{iR} resp. x_{aR} (+ = vom Perron weg)	-5 / +15	[mm]
• zufällige Toleranz Höhe um Referenzzustand y_{iR} resp. y_{aR} (- = nach unten)	-15 / +5	[mm]
Zu berücksichtigende Abmessungen der Perronkante für Überhöhung 75 mm:		
• Kurveninnenseite Abstand (x_i)	1714	[mm]
• Kurveninnenseite Höhe (y_i)	427	[mm]
• Kurvenaussenseite Abstand (x_a)	1663	[mm]
• Kurvenaussenseite Höhe (y_a)	634	[mm]
• Referenzzustand Abstand (x_{iR})	1719	[mm]
• Referenzzustand Höhe (y_{iR})	422	[mm]
• Referenzzustand Abstand (x_{aR})	1668	[mm]
• Referenzzustand Höhe (y_{aR})	629	[mm]
• zufällige. Toleranz Abstand um Referenzzustand x_{iR} resp. x_{aR} (+ = vom Perron weg)	-5 / +15	[mm]
• zufällige Toleranz Höhe um Referenzzustand y_{iR} resp. y_{aR} (- = nach unten)	-15 / +5	[mm]
Spurweite, Referenzzustand	1435	[mm]
Spurweite, zufällige Toleranz um Referenzzustand	+10 / -5	[mm]
Höhenlage, Referenzzustand, d.h. Abweichung von der versicherten Gleislage (- = nach unten)	-10	[mm]
Höhenlage, zufällige Toleranz um Referenzzustand	+20 / -10	[mm]
Seitenlage, Referenzzustand, d.h. Abweichung von der versicherten Gleislage	0	[mm]
Seitenlage, zufällige Toleranz um Referenzzustand (+ = vom Perron weg)	+/- 25	[mm]
Überhöhung, Referenzzustand = Sollüberhöhung	0 oder 75	[mm]
Überhöhung, zufällige Toleranz um Referenzzustand	+/-10	[mm]

5.3 Ergänzende Erläuterungen

Bemerkungen / Hinweise:

- Herstelltoleranzen – Die Herstellung des Wagenkastens unterliegt Fertigungstoleranzen. Für die Zwecke der Nachweisführung ist jeweils die gemäss Zeichnung geringste Breite und Höhe des Wagenkastens zu verwenden.
- Einfederung - evtl. vorhandene Niveauregulierung beachten!
- Die maximalen Gleislagetoleranzen gemäss der AB-EBV zu Art. 18, AB 18.3, Blatt 19 N, die maximale Einfederung des Fahrzeuges sowie einige andere Toleranzen der Tabellen gemäss Ziffer 4.1 und 4.2 wurden gemäss Beurteilung der Arbeitsgruppe des BAV im Sinne einer Expertenbeurteilung verringert (Berücksichtigung der in der Regel effektiv vorkommenden Toleranzen).

Als konstant angenommen werden:

- Wankkoeffizient – Wert analog Einschränkungsberechnung
- Wiegespiel nach bogeninnen – Wert abhängig von der jeweiligen Überhöhung, Querspielbegrenzung beachten
- Wankpol – Wert je nach den konstruktiven Gegebenheiten, Wirkung der Queranschläge ist zu beachten

Vernachlässigt werden:

- Achslagerquerspiel
- Unsymmetrie des Fahrzeuges (verschwindet im Einfluss der Zuladung)
- Durchbiegung Fahrzeug
- Kantenradius von Perronkante und Tritt - als ideal „scharf“ angesehen
- Unterschiede der zwei Achsensysteme gemäss Ziffer 6

6 Begriffe

Achsensysteme

Achsensystem des Lichtraumprofils: Wird gebildet aus der Verbindungsgerade der Oberkante der beiden Schienen (SOK) und der sie in der Gleisachse schneidenden Senkrechten.

waagrecht-lotrechtes Achsensystem: Die mit y bezeichnete vertikale Achse steht in Gleismitte senkrecht auf einer quer zur Fahrtrichtung über die Schienenoberkanten gelegten nicht überhöhten Geraden, die positive Halbachse weist nach oben. Die von Gleismitte nach kurveninnen gerichtete Halbachse wird mit x_i bezeichnet, die nach aussen gerichtete Halbachse wird x_a genannt (siehe Abbildung 3).

Referenzzustand

Mittelwert der räumlichen Lage aller Fahrzeuge / Perronkanten P55 / Perrongleise unter Berücksichtigung der systematischen Toleranzen. Der Referenzzustand des Gleises befindet sich vertikal 10 mm unterhalb der versicherten Gleislage, in Querrichtung entspricht der Referenzzustand der versicherten Gleislage (siehe Abbildung 3). Den Referenzzustand der Perronkante zeigt Abb. 3. Der Referenzzustand des Fahrzeuges ist den Tabellen mit den Eingabedaten zu entnehmen.

Perronkante P55

Perronausführung gemäss Typenzulassung P55 des BAV. Relevante Abmessungen (für $\ddot{u} = 0$ mm und $\ddot{u} = 75$ mm) siehe Ziffer 4.2 (Weitere Angaben siehe R RTE 20012).

Position des Fahrzeuges

Angenommene Stellung des Fahrzeuges im Spurkanal: Mittig für die Berechnung bei Überhöhung 0 mm; Alle Spurkränze einer Seite berühren die Innenschiene für die Berechnung im überhöhten Gleis.

Querschnitte

Betrachtet wird die Situation in der Mitte der jeweiligen Türöffnung.

Die für den Nachweis entscheidenden Längsschnitte des Fahrzeuges hängen ab von der Lage der Türen und der Bauart des Fahrzeuges – aufgesattelte Fahrzeugkästen zeigen in den Kurven andere Querauslenkungen als Fahrzeugkästen von Fahrzeugen mit zwei Drehgestellen oder zwei Achsen.

Intelligenter / fester Schiebetritt

"Intelligenter" Schiebetritt: Technische Ausführung eines Schiebetrittes, bei dem die Vorderkante des ausfahrenden Trittes softwaregesteuert bis zu einem definierten Abstand an den Perron herangeführt wird (üblicherweise bis auf 20 mm);

"Fester" Schiebetritt: Technische Ausführung eines Schiebetrittes, welcher stets um denselben vorgegebenen Wert ausfährt.

Klapptritt und fester Schiebetritt

Verbreitete Bauarten von Tritten, bei denen die jeweilige Trittvorderkante unabhängig von der relativen Lage des Fahrzeuges zum Perron ihre kinematisch definierte Endlage annimmt. Eine situationsabhängige Steuerung der Position der Trittkante erfolgt nicht.

Für die Zwecke der Nachweisführung macht es im Zusammenhang mit der vorliegenden Richtlinie keinen Unterschied, ob die Endlage durch eine Schiebe- oder Klappbewegung erreicht wird; daher wird bei den geometrischen Untersuchungen im Folgenden nicht zwischen beiden Varianten unterschieden.

niveaugleicher Einstieg

Ein niveaugleicher Einstieg ist ein Zugang zwischen dem Bahnsteig und der Türöffnung eines Fahrzeuges, für den Folgendes nachgewiesen werden kann:

- Der Spalt zwischen der Kante der Türschwelle (oder des ausgefahrenen Schiebetritts) dieser Türöffnung und dem Bahnsteig beträgt horizontal nicht mehr als 75 mm und
- der Höhenversatz relativ zur Perronoberseite beträgt nicht mehr als +/- 50 mm.

Eine allfällige Stufe zwischen Türschwelle und Fahrzeugvorraum wird im Rahmen dieser Vorschrift nicht behandelt.

zufällige Toleranz

Abweichung vom Referenzzustand gemäss einer angenommenen Verteilungsfunktion (in der Regel Normalverteilung)

systematische Toleranz

Systematische Abweichung auf Grund des typischen Verhaltens des Systems. Zum Beispiel wird sich ein Fahrzeug im Spurkanal nicht zufällig einstellen, wenn es in starker Überhöhung zum Stillstand kommt. Stattdessen werden die Spurkränze an der kurveninneren Fahrkante zur Anlage kommen.

Überlagerung

Abweichungen (zufällige Toleranzen) verschiedener Einflussgrößen werden dem Referenzzustand in bestimmter Weise überlagert.

Das hierzu gewählte Vorgehen folgt einem wahrscheinlichkeitmathematischen Ansatz.

Dieser Ansatz setzt voraus, dass es unwahrscheinlich ist, dass sämtliche Einflussgrößen zu gleicher Zeit in gleicher Richtung ihre extremen Werte annehmen. Zum Beispiel wird als unwahrscheinlich betrachtet, dass Werte wie zum Beispiel Gleislagefehler und Überhöhungsfehler gleichzeitig gleichsinnig so auftreten, dass die Neigung des Fahrzeuges einen maximalen Wert annimmt.

Man geht hingegen davon aus, dass solche Einflussgrößen in zufälliger Grösse und in zufälliger Richtung gleichzeitig auftreten.

Die Überlagerung der Einflussgrößen erfolgt über quadratische Addition.

7 Anhang: Datensätze zur Validierung

Bemerkung zu den dargestellten Resultaten:

Die Vorgabe „horizontal nicht mehr als 75 mm und vertikal nicht mehr als 50 mm“ ist an der Kurvenaussenseite für den Klapptritt / fester Schiebetritt mit festem Ausfahrweg in keinem der im folgenden gezeigten Fälle erfüllt; lediglich der intelligente Schiebetritt genügt den Anforderungen.

Grafisch dargestellt sind die bei der Validierung für die drei Fahrzeugtypen für Klapptritt / festen Schiebetritt sowie intelligenten Schiebetritt zu erzielenden Resultate

Die Darstellungen zeigen die fixe Perronkante, horizontale und vertikale Toleranzen aus BehiG, Überhöhungen 0 und 75 mm, Gleisradius 350 m.

Klapptritte und feste Schiebetritte werden in gleicher Weise berechnet.

7.1 Eingabedaten Fahrzeug Typ 1

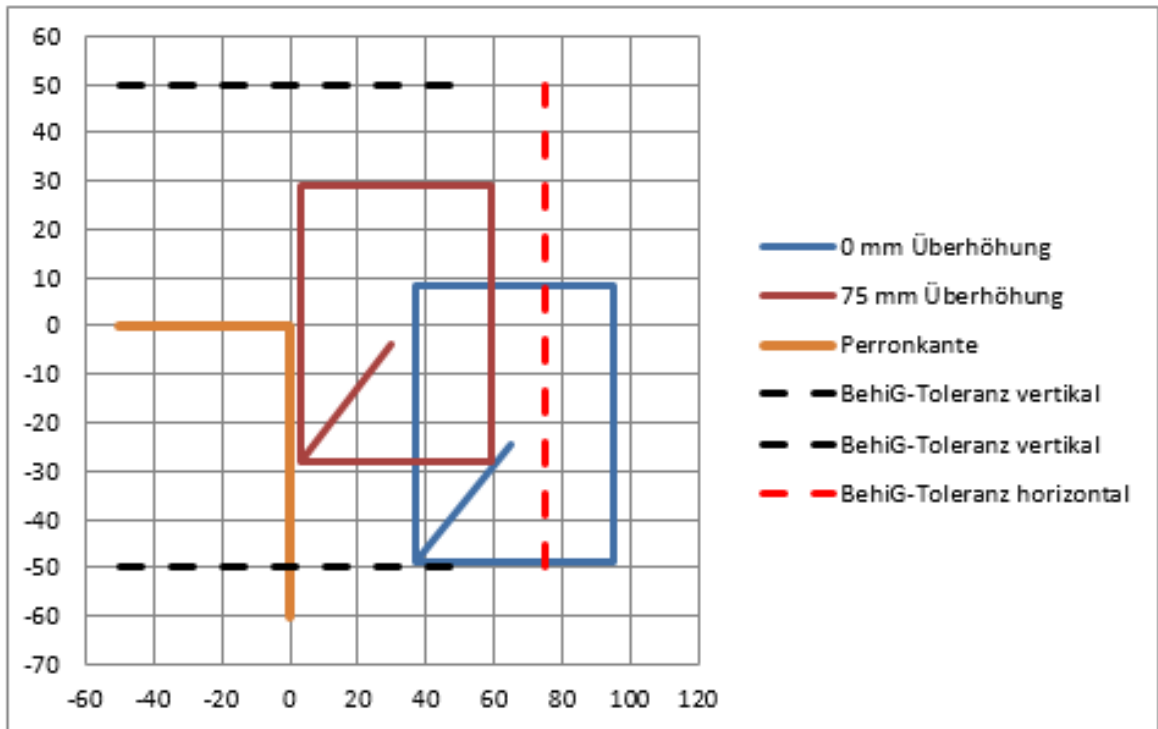
Bezeichnung	Zeichen in Abb. 1	Betrag	Einheit
Wankkoeffizient		0.225	[-]
Wankpol über SOK		789	[mm]
Einstiegshöhe Tritt über SOK (unbeladen)		558	[mm]
Einfederung brutto maximal		-60	[mm]
Einfederung Referenzzustand: 1/3 von Einfederung brutto maximal		-20	[mm]
Einfederung brutto zufällige Toleranz: Referenzzustand +/- 1/3 der Einfederung von brutto maximal		0 / -40	[mm]
Bandagenverschleiss maximaler Wert, bevor kompensiert wird		-15	[mm]
Bandagenverschleiss Referenzzustand: halber maximaler Wert		-7.5	[mm]
Bandagenverschleiss, zufällige Toleranz: Referenzzustand +/- halber maximaler Wert		0 / -15	[mm]
Spurmass, Referenzzustand		1420	[mm]
Spurmass, zufällige Toleranz um den Referenzzustand		-10 / +6	[mm]
Betrag Wiegenquerspiel gegen innen		30	[mm]
Radsatzabstand im Drehgestell	a	2500	[mm]
Abstand Türmitte zu Drehzapfen	b	3920	[mm]
bei Fahrzeugtyp 1:			
Drehzapfenabstand	d1	17840	[mm]
bei Klapptritt oder festem Schiebetritt:			
Distanz Fahrzeugmitte - Klapptritt		1550	[mm]
bei „intelligentem“ Schiebetritt:			
Distanz Schiebetritt - Perronkante, Annahme Hersteller, zul. Maximum 75 mm		20	[mm]

7.2 Resultate Fahrzeug Typ 1 - Klapptritt / fester Schiebetritt

Toleranzfelder der Lage der Trittkante in mm

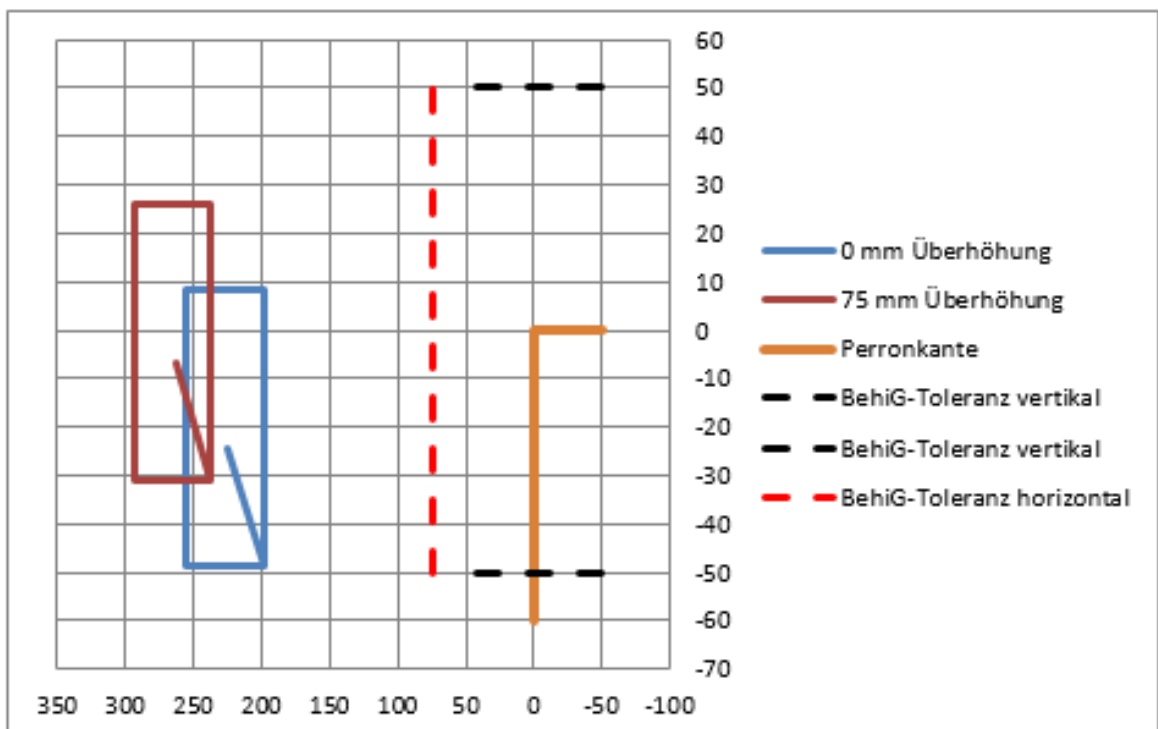
oberes Bild: Kurveninnenseite

unteres Bild: Kurvenaussenseite



Radius 350 m
 Fahrzeug: Typ 1, Drehgestellfahrzeug
 Tritttyp: Klapptritt

alle Masse in mm

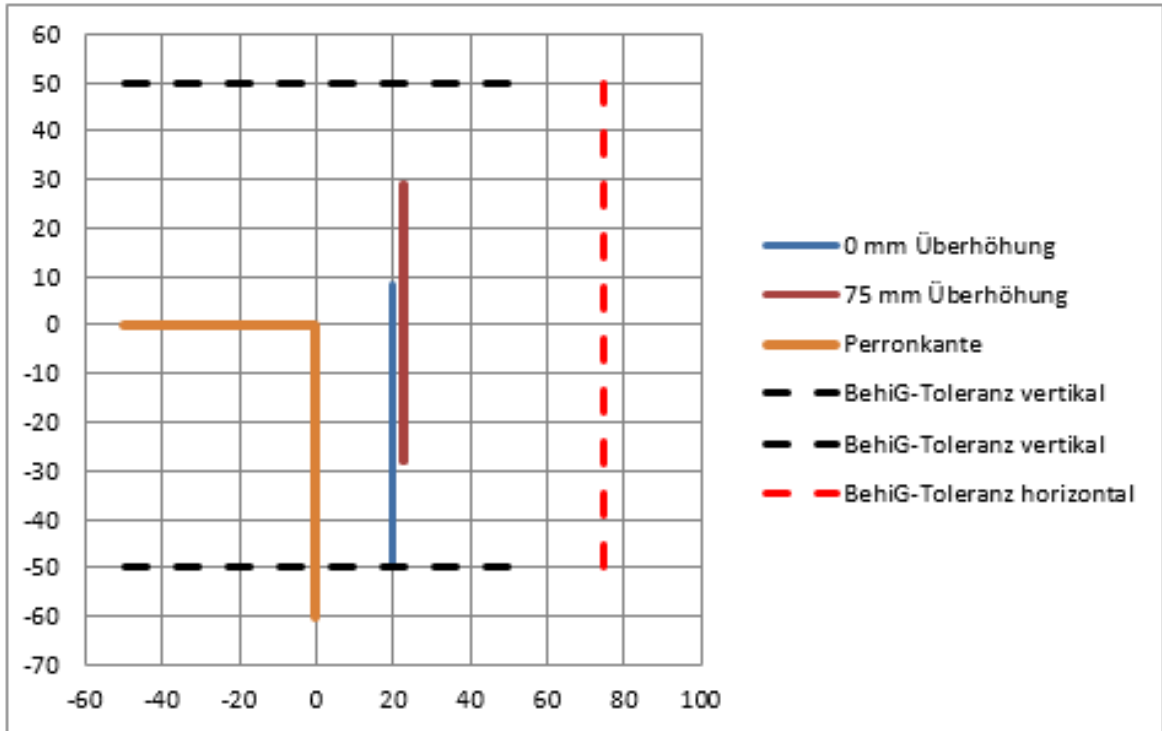


7.3 Resultate Fahrzeug Typ 1 - Intelligenter Schiebetritt

Toleranzfelder der Lage der Trittkante in mm

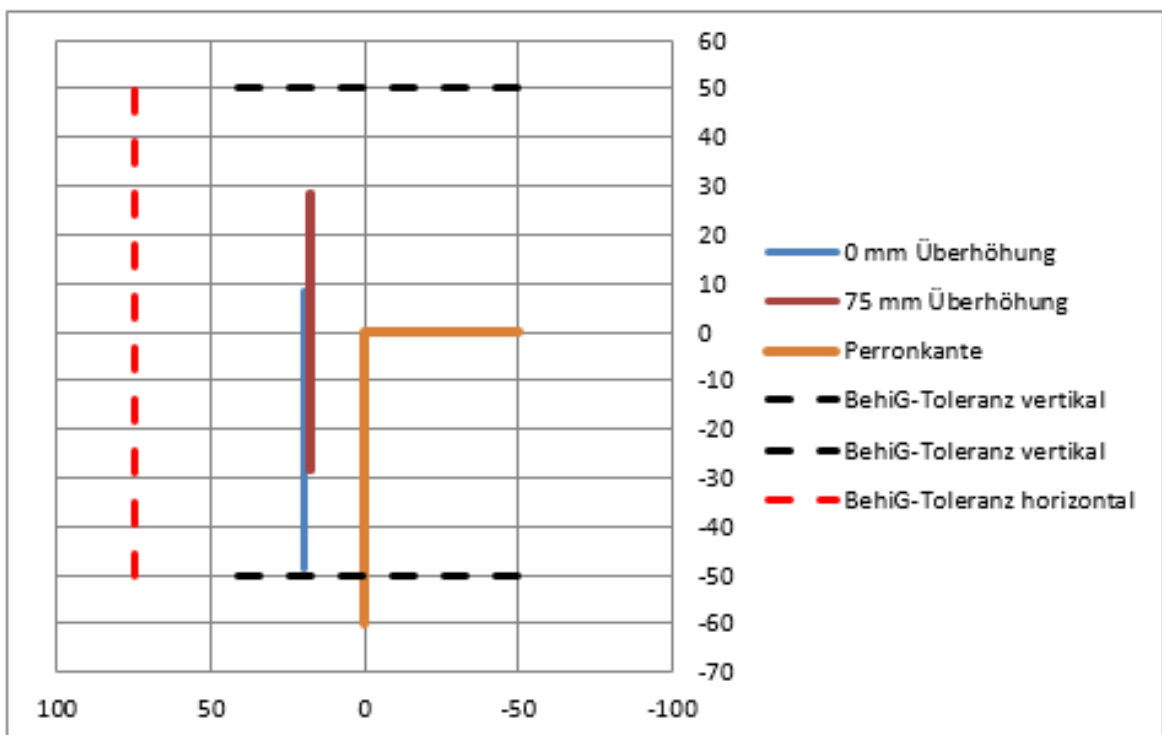
oberes Bild: Kurveninnenseite

unteres Bild: Kurvenaußenseite



Radius 350 m
 Fahrzeug: Typ 1, Drehgestellfahrzeug
 Trittyp: intelligenter Schiebetritt

alle Masse in mm



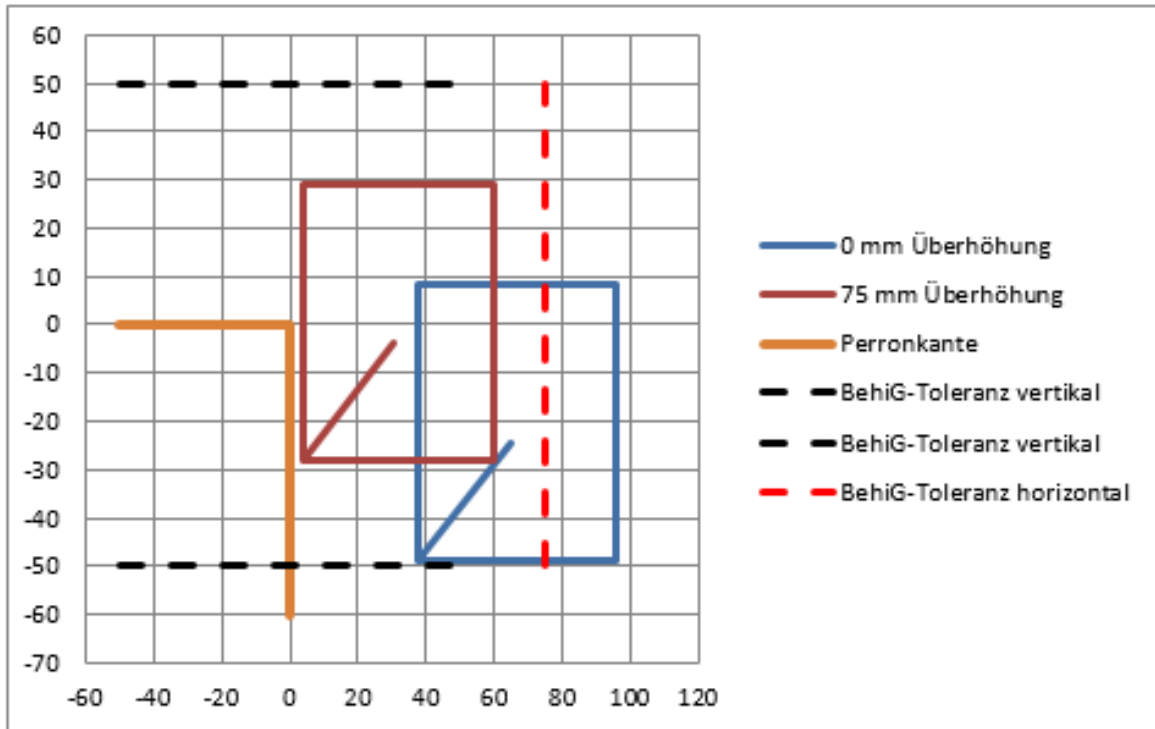
7.4 Eingabedaten Fahrzeugtyp 2

Bezeichnung	Zeichen in Abb. 1	Betrag	Einheit
Wankkoeffizient		0.225	[-]
Wankpol über SOK		789	[mm]
Einstiegshöhe Tritt über SOK (unbeladen)		558	[mm]
Einfederung brutto maximal		-60	[mm]
Einfederung Referenzzustand: 1/3 von Einfederung brutto maximal		-20	[mm]
Einfederung brutto zufällige Toleranz: Referenzzustand +/- 1/3 der Einfederung von brutto maximal		0 / -40	[mm]
Bandagenverschleiss maximaler Wert, bevor kompensiert wird		-15	[mm]
Bandagenverschleiss Referenzzustand: halber maximaler Wert		-7.5	[mm]
Bandagenverschleiss, zufällige Toleranz: Referenzzustand +/- halber maximaler Wert		0 / -15	[mm]
Spurmass, Referenzzustand		1420	[mm]
Spurmass, zufällige Toleranz um den Referenzzustand		-10 / +6	[mm]
Betrag Wiegenquerspiel gegen innen		30	[mm]
Radsatzabstand im Drehgestell	a	2500	[mm]
Abstand Türmitte zu Drehzapfen	b	3920	[mm]
bei Fahrzeugtyp 2:			
Distanz Drehzapfen 1 zu Auflagepunkt	x1	18000	[mm]
Distanz Drehzapfen 2 zu Auflagepunkt	x2	2000	[mm]
bei Klapptritt oder festem Schiebetritt:			
Distanz Fahrzeugmitte - Klapptritt		1550	[mm]
bei „intelligentem“ Schiebetritt:			
Distanz Schiebetritt - Perronkante, Annahme Hersteller, zul. Maximum 75 mm		20	[mm]

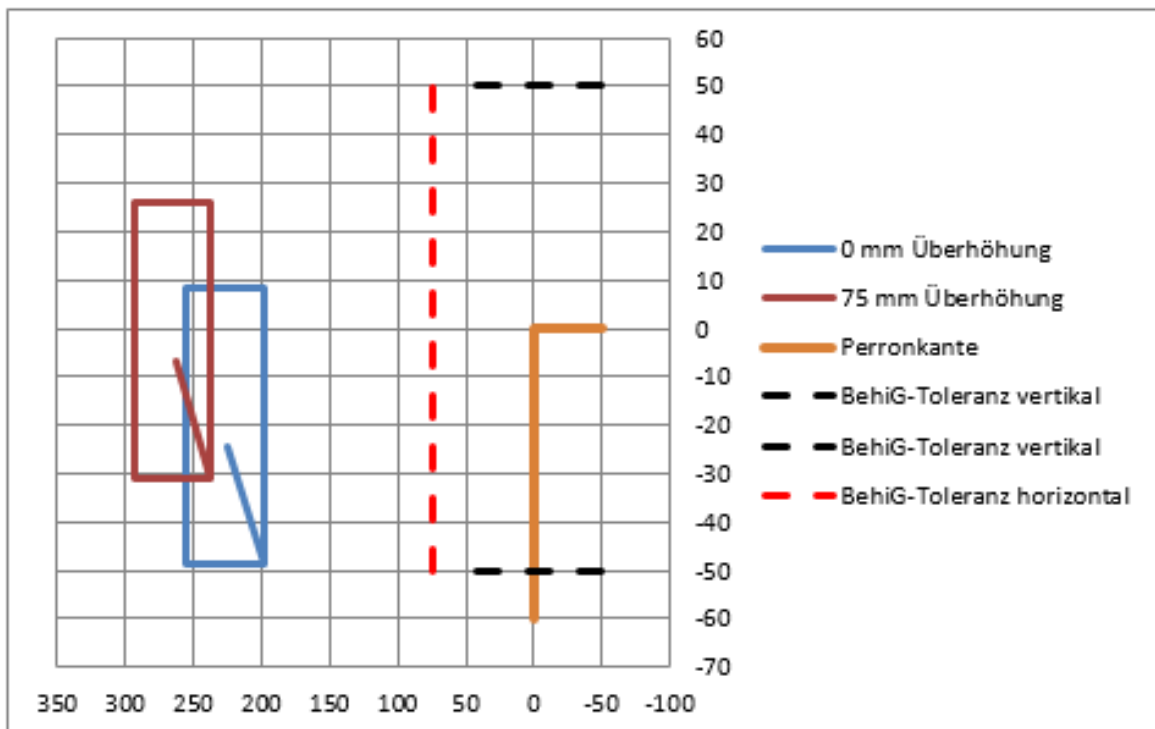
7.5 Resultate Fahrzeug Typ 2 - Klapptritt / fester Schiebetritt

Toleranzfelder der Lage der Trittkante in mm

oberes Bild: Kurveninnenseite
 unteres Bild: Kurvenaussenseite



Radius 350 m
 Fahrzeug: Typ 2, aufgesattelt (Drehgestell) alle Masse in mm
 Trittyp: Klapptritt

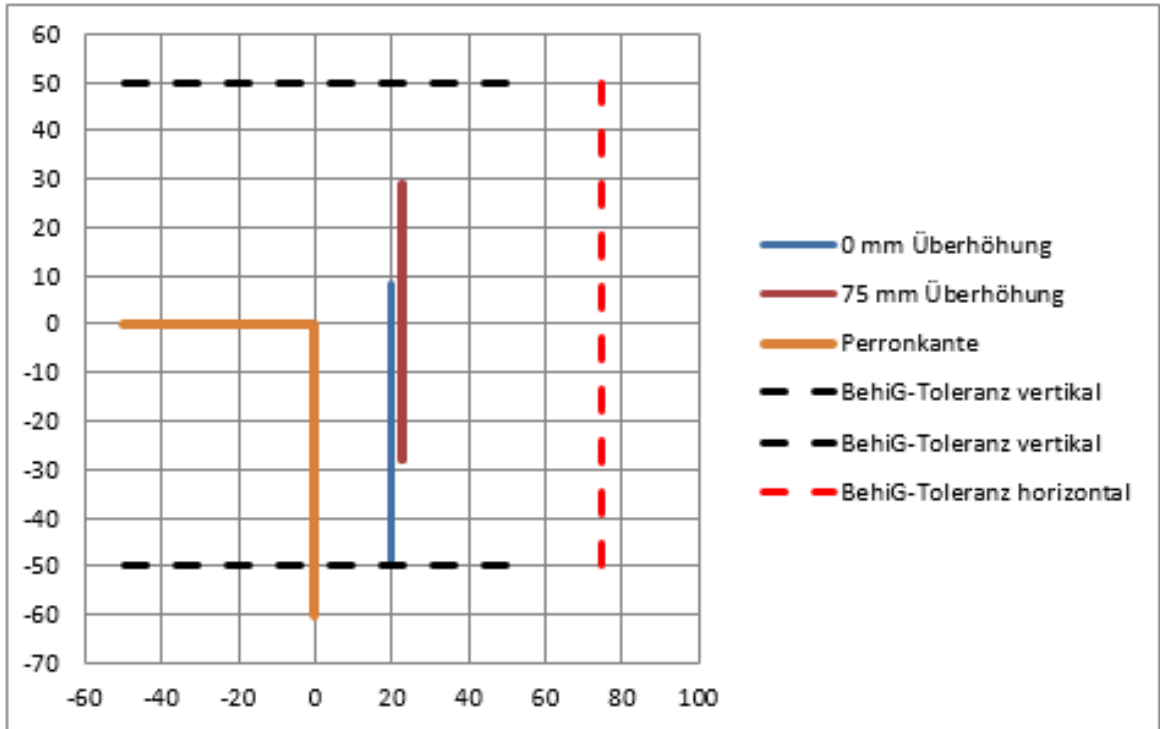


7.6 Resultate Fahrzeug Typ 2 - Intelligenter Schiebetritt

Toleranzfelder der Lage der Trittkante in mm

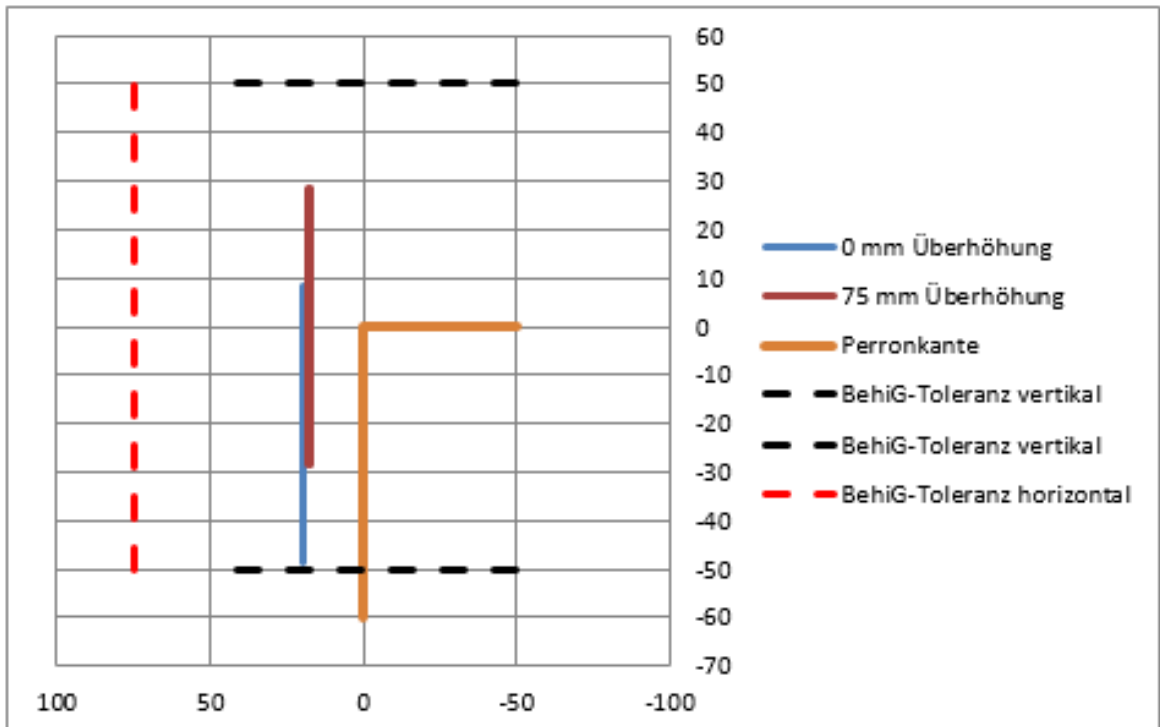
oberes Bild: Kurveninnenseite

unteres Bild: Kurvenaußenseite



Radius 350 m
 Fahrzeug: Typ 2, aufgesattelt (Drehgestell)
 Trittyp: intelligenter Schiebetritt

alle Masse in mm



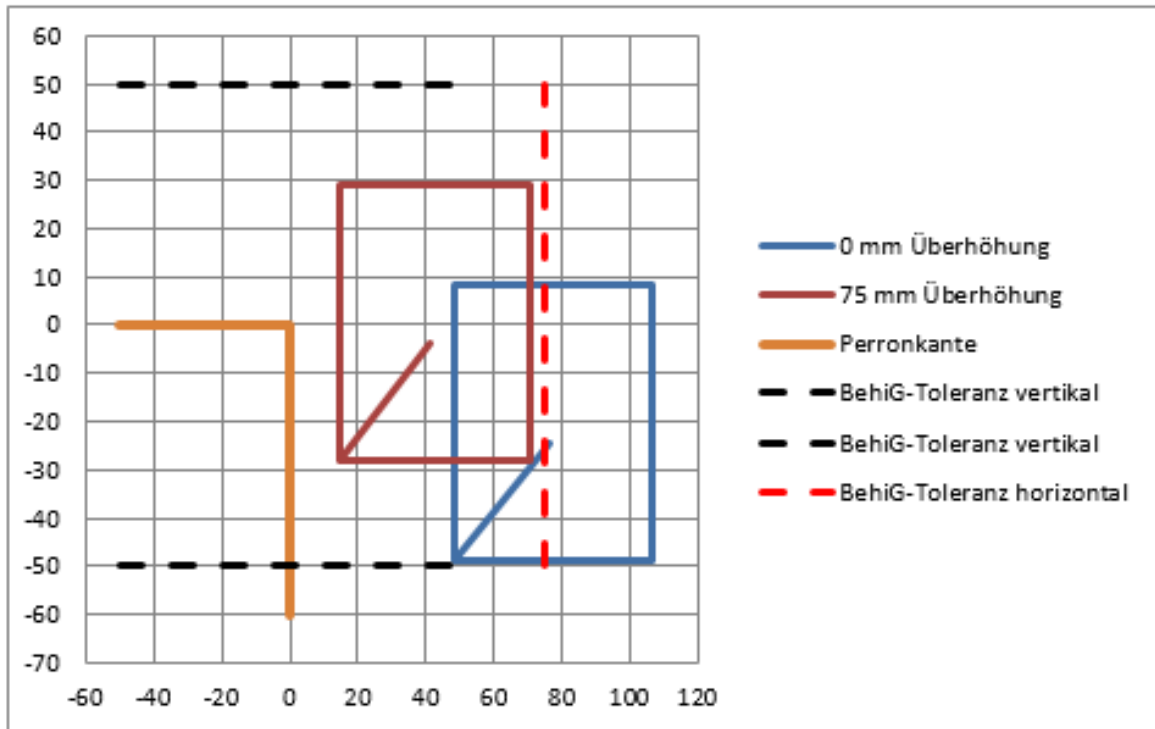
7.7 Eingabedaten Fahrzeugtyp 3

Bezeichnung	Zeichen in Abb. 1	Betrag	Einheit
Wankkoeffizient		0.225	[-]
Wankpol über SOK		789	[mm]
Einstiegshöhe Tritt über SOK (unbeladen)		558	[mm]
Einfederung brutto maximal		-60	[mm]
Einfederung Referenzzustand: 1/3 von Einfederung brutto maximal		-20	[mm]
Einfederung brutto zufällige Toleranz: Referenzzustand +/- 1/3 der Einfederung von brutto maximal		0 / -40	[mm]
Bandagenverschleiss maximaler Wert, bevor kompensiert wird		-15	[mm]
Bandagenverschleiss Referenzzustand: halber maximaler Wert		-7.5	[mm]
Bandagenverschleiss, zufällige Toleranz: Referenzzustand +/- halber maximaler Wert		0 / -15	[mm]
Spurmass, Referenzzustand		1420	[mm]
Spurmass, zufällige Toleranz um den Referenzzustand		-10 / +6	[mm]
Betrag Wiegenquerspiel gegen innen		30	[mm]
Radsatzabstand im Drehgestell	a	2500	[mm]
Abstand Türmitte zu Drehzapfen	b	3920	[mm]
bei Fahrzeugtyp 3:			
Distanz Drehzapfen 1 zu Auflagepunkt	x3	18000	[mm]
Drehzapfenabstand 2. Wagen	d2	17850	[mm]
Distanz Drehzapfen 2 zu Auflagepunkt	x4	2000	[mm]
bei Klapptritt oder festem Schiebetritt:			
Distanz Fahrzeugmitte - Klapptritt		1550	[mm]
bei „intelligentem“ Schiebetritt:			
Distanz Schiebetritt - Perronkante, Annahme Hersteller, zul. Maximum 75 mm		20	[mm]

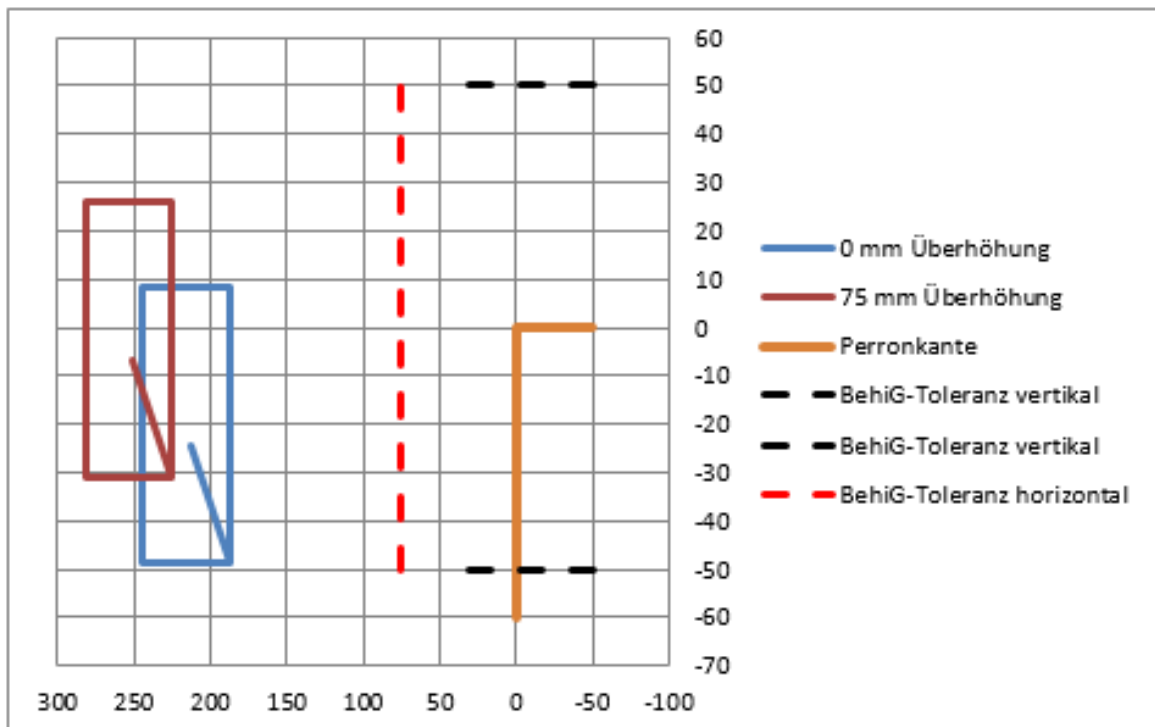
7.8 Resultate Fahrzeug Typ 3 - Klapptritt / fester Schiebetritt

Toleranzfelder der Lage der Trittkante in mm

oberes Bild: Kurveninnenseite
 unteres Bild: Kurvenaussenseite



Radius 350 m
 Fahrzeug: Typ 3, aufgesattelt (Wagenkasten) alle Masse in mm
 Trittyp: Klapptritt

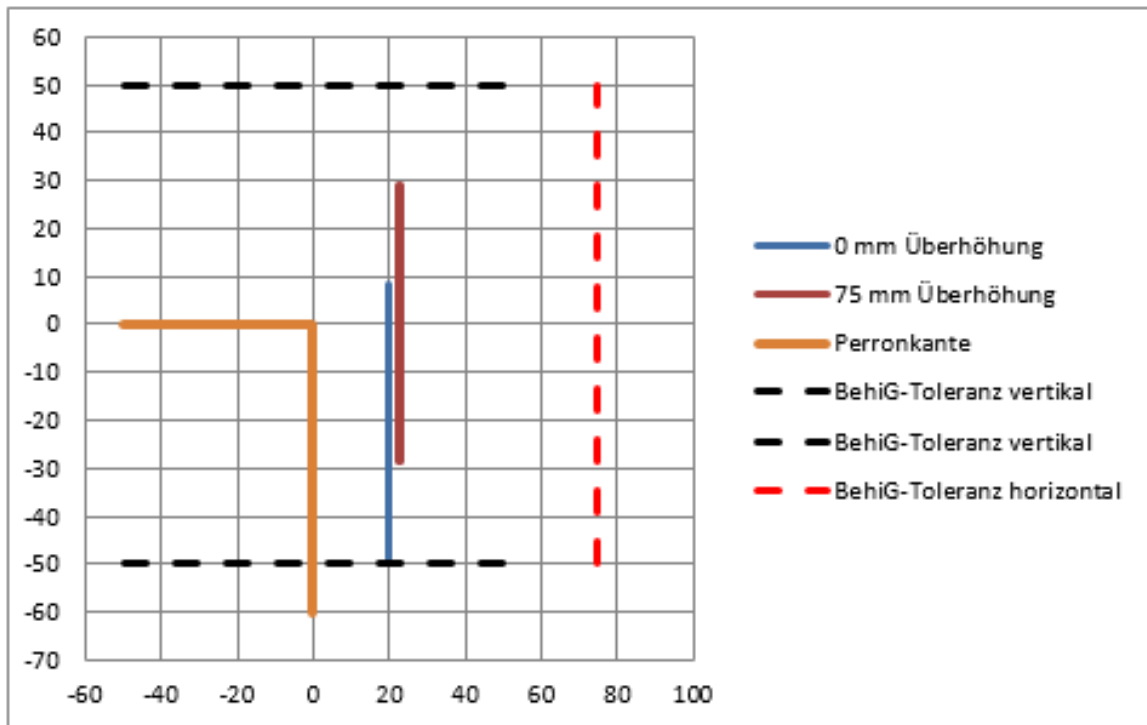


7.9 Resultate Fahrzeug Typ 3 - Intelligenter Schiebetritt

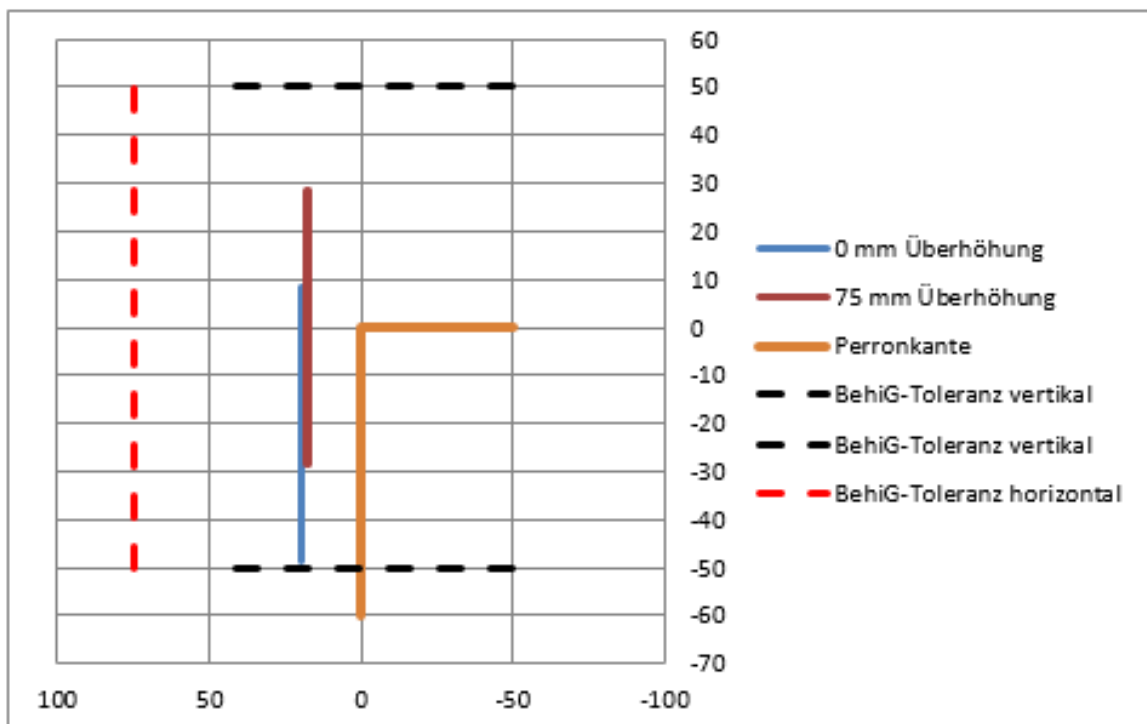
Toleranzfelder der Lage der Trittkante in mm

oberes Bild: Kurveninnenseite

unteres Bild: Kurvenaußenseite



Radius 350 m
 Fahrzeug: Typ 3, aufgesattelt (Wagenkasten) alle Masse in mm
 Trittyp: intelligenter Schiebetritt



7.10 Wertetabelle zu den Grafiken

Angegeben sind im waagrecht - lotrechten Achsensystem die x- und y- Koordinaten der Eckpunkte der in den Grafiken dargestellten Toleranzfelder.

Fahrzeug 1, fester Schiebetritt / Klapptritt					
kurveninnen					
0 mm Überhöhung, x - Koord.	65	37	37	95	95
0 mm Überhöhung, y - Koord.	-24	-49	8	8	-49
75 mm Überhöhung, x - Koord.	30	4	4	59	59
75 mm Überhöhung, y- Koord.	-4	-28	29	29	-28
kurvenausssen					
0 mm Überhöhung, x - Koord.	225	198	198	256	256
0 mm Überhöhung, y - Koord.	-24	-49	8	8	-49
75 mm Überhöhung, x - Koord.	263	237	237	293	293
75 mm Überhöhung, y- Koord.	-7	-31	26	26	-31
Fahrzeug 2, fester Schiebetritt / Klapptritt					
kurveninnen					
0 mm Überhöhung, x - Koord.	65	38	38	96	96
0 mm Überhöhung, y - Koord.	-24	-49	8	8	-49
75 mm Überhöhung, x - Koord.	30	4	4	60	60
75 mm Überhöhung, y- Koord.	-4	-28	29	29	-28
kurvenausssen					
0 mm Überhöhung, x - Koord.	225	198	198	256	256
0 mm Überhöhung, y - Koord.	-24	-49	8	8	-49
75 mm Überhöhung, x - Koord.	263	237	237	293	293
75 mm Überhöhung, y- Koord.	-7	-31	26	26	-31
Fahrzeug 3, fester Schiebetritt / Klapptritt					
kurveninnen					
0 mm Überhöhung, x - Koord.	76	49	49	107	107
0 mm Überhöhung, y - Koord.	-24	-49	8	8	-49
75 mm Überhöhung, x - Koord.	41	15	15	71	71
75 mm Überhöhung, y- Koord.	-4	-28	29	29	-28
kurvenausssen					
0 mm Überhöhung, x - Koord.	214	187	187	245	245
0 mm Überhöhung, y - Koord.	-24	-49	8	8	-49
75 mm Überhöhung, x - Koord.	252	226	226	282	282
75 mm Überhöhung, y- Koord.	-7	-31	26	26	-31
Fahrzeuge 1,2 und 3, intelligenter Schiebetritt					
kurveninnen					
0 mm Überhöhung, x - Koord.	20	20	20	20	20
0 mm Überhöhung, y - Koord.	-24	-49	8	8	-49
75 mm Überhöhung, x - Koord.	20	20	20	20	20
75 mm Überhöhung, y- Koord.	-4	-28	29	29	-28
kurvenausssen					
0 mm Überhöhung, x - Koord.	20	20	20	20	20
0 mm Überhöhung, y - Koord.	-24	-49	8	8	-49
75 mm Überhöhung, x - Koord.	20	20	20	20	20
75 mm Überhöhung, y- Koord.	-4	-29	29	29	-29