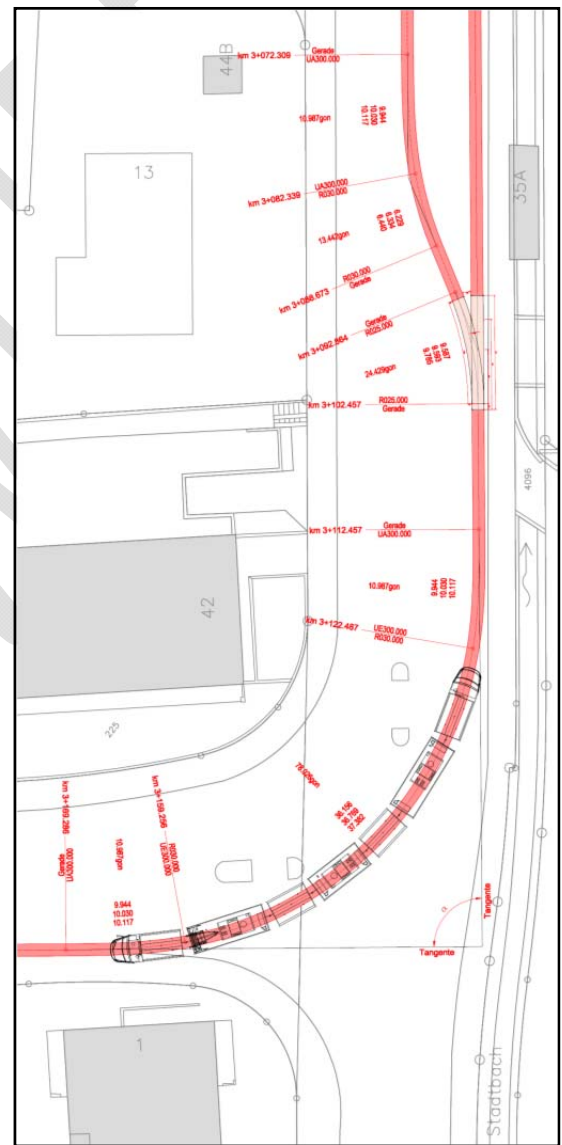
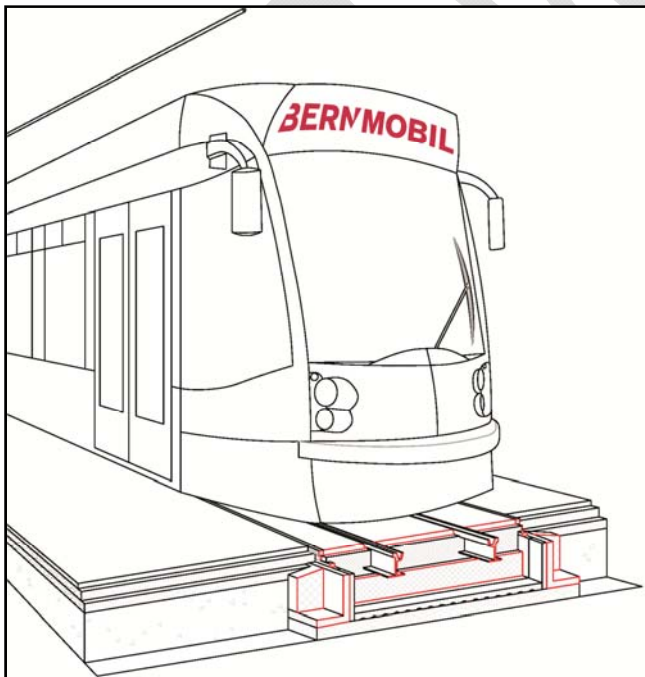


PROJEKTIERUNGSRICHTLINIEN FÜR ANLAGEN VON STRASSENBAHNEN IM NETZ VON BERNMOBIL



Impressum

Das vorliegende Dokument ist ausschliesslich zur Handhabung für Anlagen von BERNMOBIL zu verwenden. BERNMOBIL hält sich für die Darstellungen und Ausführungen in diesem Dokument alle Rechte vor. Eine Vervielfältigung, Weitergabe an Dritte oder Verwendung ausserhalb des vereinbarten Zweckes, auch nur auszugsweise, ist ohne schriftliche Genehmigung durch BERNMOBIL nicht gestattet.

Das vorliegende Dokument gilt bis auf Widerruf für alle Bereiche BERNMOBIL als bindend.

BERNMOBIL

Städtische Verkehrsbetriebe Bern

Postfach

CH-3000 Bern 14

Telefon: +41 31 321 81 11

Web: www.bernmobil.ch

Email: info@bernmobil.ch

Bearbeiter: Tobias Ganz
Projektleiter Fahrbahn
BERNMOBIL, Abteilung Anlagenmanagement

Version	Datum	Änderung	genehmigt
2009.A	04.02.2009	Erstausgabe	Sol, Led, RRo
2009.B	10.03.2009	Seite 19 - 5.1.6 Lichtraumübergänge (Abb. LR ohne Übergangsbogen)	Sol
2009.C	12.05.2009	Anpassung Lichtraum / Querruck	Sol, Led, RRo
2009.D	30.09.2009	Übergangsbogen/ Fuge Tramtrog	Sol, Led
2010.A	30.08.2010	Radius Eigentrasse/ virtuelle Länge/ Lichtraumprofil	Sol
2011.A	29.04.2011	Lichtraumprofil/ Haltestellenbereich	Led
2015.A	09.01.2015	12. Beilagen	Led
2016.A	14.11.2016	Überarbeitung Kapitel 4 – 7	Led

Inhaltsverzeichnis

Seite

1.	Einleitung	5
2.	Grundlagen	5
3.	Randbedingungen	5
4.	Trassierungselemente	6
4.1.	Allgemeines	6
4.2.	Formelzeichen	6
4.3.	Horizontale Linienführung	7
4.3.1.	Entwurfsgeschwindigkeit	7
4.3.2.	Höchstgeschwindigkeit	7
4.3.3.	Querschleunigung	7
4.3.4.	Gerade	7
4.3.5.	Bogenradius	7
4.3.6.	Überhöhung	8
4.3.7.	Übergangsbogen	8
4.3.8.	Querruck	9
4.3.9.	Überhöhungsrampe	9
4.4.	Vertikale Linienführung	10
4.4.1.	Längsneigung	10
4.4.2.	Neigungswechsel	10
4.4.3.	Höchstgeschwindigkeit	10
4.5.	Weichen und Kreuzungen	11
4.5.1.	Weichen	11
4.6.	Kreuzungen	12
4.7.	Zusammenfassung Trassierungswerte	13
5.	Lichtraumprofil	14
5.1.	Allgemeines	14
5.1.1.	Grenzlinie fester Anlagen	14
5.1.2.	Sicherheitsräume	15
5.1.3.	Stromabnehmerraum	17
5.1.4.	Überhöhung	18
5.1.5.	Kurvenerweiterung	19
5.1.6.	Lichtraumübergänge	19
5.2.	Gleisabstände	20
5.2.1.	Gleisachsabstände	20
5.2.2.	Haltestellen	20
5.2.3.	Trottoir, Fussgänger- und Verkehrsinseln auf freier Strecke	21
5.2.4.	Bäume	21
5.2.5.	Benachbarte Fahrspuren	22
5.3.	Fahrdraht	22
5.3.1.	Erdung	22
5.3.2.	Lichte Höhe	22
5.3.3.	Streustromschutz	23
5.3.4.	Sonstiges	23
6.	Gleiskörper	24
6.1.	Allgemeines	24
6.2.	Sonderbauwerke	24
6.3.	Gleisentwässerung	25

6.3.1.	Lage im Grundriss	25
6.3.2.	Lage im Querschnitt	26
6.3.3.	Entwässerung Planie	26
6.4.	Gleisanschlüsse und Weichensteuerung	27
6.4.1.	Gleisanschlüsse für Rückleiter	27
6.4.2.	Weichensteuerung/-antrieb und -heizung	27
6.4.3.	Elektronisches Schmiersystem	28
6.5.	Anordnung Fugen & Querkraftriegel im Tramtrog	28
7.	Haltestellen	29
7.1.	Allgemeines	29
7.2.	Haltestellenlänge	29
7.3.	Behindertengerechte Ausbildung	29
7.3.1.	Hindernisfreie Fläche	29
7.3.2.	Durchfahrtsbreite Rollstuhlfahrer	30
7.3.3.	Aufmerksamkeitsfeld	30
7.3.4.	Fussgängerstreifen/ -querungen	31
7.3.5.	Rampenneigung	31
7.3.6.	Quergefälle	31
7.3.7.	Sonstiges	31
7.4.	Perronkanten	31
7.4.1.	Allgemeines	31
7.4.2.	Haltestellen ohne Veloverkehr	32
7.4.3.	Haltestellen mit Veloverkehr	32
7.4.4.	Haltestellen im Sonderfall	33
7.4.5.	Ausführung Randstein Perronkante	33
7.4.6.	Sonstiges	33
7.5.	Haltestelleninfrastruktur	34
7.5.1.	Mobiliar BERNMOBIL	34
7.5.2.	Plakatstandorte	34
8.	Tramersatz/ Nachtbus	35
9.	Fahrleitung	35
9.1.	Allgemeines	35
9.2.	Abspannung	35
9.3.	Fahrleitungsmasten	35
10.	Abbildungsverzeichnis	36
11.	Quellenverzeichnis	37
12.	Beilagen	39

1. Einleitung

BERNMOBIL betreibt als städtischer Verkehrsbetrieb im Grossraum Bern eine Vielzahl von Tram- und Buslinien. Als Eigentümerin der Schieneninfrastruktur tritt sie bei Projekten zur Gleiserneuerung und zum Neubau von Gleisanlagen als Bauherrin auf.

Die hier vorliegenden Projektierungsrichtlinien sind für Neu- und Umbauten des Gleisnetzes und dazugehörige Anlagen im Betriebsperimeter von BERNMOBIL gültig.

Die in diesem Dokument aufgeführten Abbildungen dienen lediglich zur Veranschaulichung des Geschriebenen und sind **nicht** massstäblich. Für das Abgreifen von Werten aus den Abbildungen und deren weitere Verwendung übernimmt BERNMOBIL keine Haftung. Es sind die geschriebenen Werte für die Planung und Projektierung zu verwenden.

2. Grundlagen

Das vorliegende Dokument baut auf den Ausführungsbestimmungen zur:

- Eisenbahnverordnung (AB-EBV)
- Verordnung über elektrische Anlagen von Bahnen (AB-VEAB)

auf.

Unter Einhaltung der dort geltenden Vorgaben wurden die nachfolgenden Projektierungsrichtlinien an die Bedürfnisse zur Einhaltung eines ordnungsgemässen Betriebes seitens BERNMOBIL angepasst.

Sind in einzelnen Fällen verschiedene Interpretationen möglich, so haben die AB-EBV resp. AB-VEAB gegenüber den Projektierungsrichtlinien BERNMOBIL Vorrang.

Die grundlegenden Ausführungsbestimmungen (AB-EBV und AB-VEAB) sind beim Bundesamt für Verkehr (BAV) bzw. auf der Homepage unter <http://www.bav.admin.ch> einsehbar.

3. Randbedingungen

BERNMOBIL betreibt ein Meterspurnetz. Da Gleisanlagen und Schienenfahrzeuge eine unterschiedlich begrenzte Haltbarkeit aufweisen, werden Gleisanlagen unabhängig vom Fahrzeugtyp projektiert. Des Weiteren besitzt BERNMOBIL unterschiedliche Fahrzeugtypen und es besteht die Möglichkeit, Fahrzeuge anderer Verkehrsbetriebe auf dem Netz von BERNMOBIL einzusetzen.

Es sind grundsätzlich die vorliegenden Projektierungsrichtlinien BERNMOBIL zu verwenden. Sind diese für Sonderfälle nicht ausreichend, werden durch BERNMOBIL Einzelvorschriften verfügt. Abweichungen im Sinne der AB-EBV resp. AB-VEAB sind durch BERNMOBIL genehmigungspflichtig.

Anlagen zum Betrieb von schienengebundenen Fahrzeugen (hier Tram) bedürfen generell einer Zustimmung durch das BAV. Diese wird seitens BERNMOBIL eingeholt.

4. Trassierungselemente

4.1. Allgemeines

Die massgebenden Grundlagen für die Projektierung von Anlagen für Strassenbahnen im Netz von BERNMOBIL bilden in Bezug auf Schnelligkeit, Sicherheit und Komfort die Entwurfsgeschwindigkeit, die Querbeschleunigung und der Querruck.

Die Projektierung der Gleistrasse ist auf die Entwurfsgeschwindigkeit auszulegen. Diese wird durch BERNMOBIL für die einzelnen Trassenabschnitte festgelegt.

Die Trasse soll mehrheitlich in der Gerade verlaufen. Kurz hintereinander liegende Bögen unterschiedlicher Radien oder Richtungen sollten vermieden werden. Ebenso sind Trassierungselemente mit kurzer Länge zu umgehen.

Es ist generell mit den nachfolgenden Regelwerten zu projektieren. Bei räumlichen Zwängen kann auf die maximalen resp. minimalen Werte ausgewichen werden. Grenzwerte sind zu vermeiden und nur nach Rücksprache mit BERNMOBIL zu verwenden.

4.2. Formelzeichen

• α	Winkel	[°]
• C	Querruck	[m/s ³]
• C_{\max}	maximaler Querruck	[m/s ³]
• e	Kurvenerweiterung	[m]
• d	Überhöhungserweiterung	[m]
• I_{\max}	maximale Längsneigung Gleiselement	[‰]
• I_{grenz}	Grenzwert Längsneigung Gleiselement	[‰]
• I_{vorh}	vorhandene Längsneigung	[‰]
• Δk	Krümmungsunterschied	
• K	Konstante des Übergangsbogens	
• L	Länge allgemein	[m]
• L_G	Länge der Geraden	[m]
• $L_{G\min}$	Mindestlänge der Geraden	[m]
• L_U	Länge des Übergangsbogens	[m]
• $L_{U\min}$	Mindestlänge des Übergangsbogens	[m]
• $L_{U\max}$	Maximallänge des Übergangsbogens	[m]
• L_V	Fahrwerksmittenabstand	[m]
• L_R	Länge der Überhöhungsrampe	[m]
• N	Neigung der Überhöhungsrampe	[‰]
• N_{\max}	max. Neigung der Überhöhungsrampe	[‰]
• p	Querbeschleunigung	[m/s ²]
• p_{reg}	reguläre Querbeschleunigung	[m/s ²]
• p_{\max}	maximale Querbeschleunigung	[m/s ²]
• p_{grenz}	Grenzquerbeschleunigung	[m/s ²]
• r_a	Ausrundungsradius der Längsneigung	[m]
• R	Radius Gleisbogen	[m]
• R_{\min}	Mindestradius Gleisbogen	[m]
• R_{grenz}	kleinst möglicher Radius	[m]
• \ddot{u}	Überhöhung	[mm]
• \ddot{u}_0	ausgleichende Überhöhung	[mm]
• \ddot{u}_{reg}	Regelüberhöhung	[mm]
• \ddot{u}_{\max}	maximale Überhöhung	[mm]
• \ddot{u}_{\min}	Mindestüberhöhung	[mm]
• \ddot{u}_{grenz}	Grenzüberhöhung	[mm]
• V	Geschwindigkeit	[km/h]
• V_e	Entwurfsgeschwindigkeit	[km/h]
• V_{zul}	zulässige Höchstgeschwindigkeit	[km/h]

- x Distanz in X-Richtung [m]
- y Distanz in Y-Richtung [m]

4.3. Horizontale Linienführung

4.3.1. Entwurfsgeschwindigkeit

Die Entwurfsgeschwindigkeit für die jeweiligen Trassenabschnitte wird durch BERNMOBIL festgelegt.

Generell gilt für:	<i>Trasse im Strassenkörper</i>	$V_e \geq 50 \text{ [km/h]}$
	<i>Eigentrasse</i>	$V_e \geq 60 \text{ [km/h]}$

4.3.2. Höchstgeschwindigkeit

Die zulässige Höchstgeschwindigkeit nach den Grenzwerten der Querbeschleunigung (siehe 4.3.3) beträgt:

$$V_{\text{zul}} = \sqrt{\frac{R}{8.3} \cdot (\ddot{u} + 106)} \text{ [km/h]}$$

Es ist im Allgemeinen ein hohes Geschwindigkeitsniveau anzustreben.

4.3.3. Querbeschleunigung

Die Querbeschleunigung im Bogenradius errechnet sich nach folgender Formel:

$$p = \frac{V^2}{3.6^2 \cdot R} - \frac{\ddot{u}}{108} \text{ [m/s}^2\text{]}$$

Es gelten folgende Obergrenzen der Querbeschleunigung:

<i>Streckengleis</i>	$p_{\text{reg}} \leq 0.20 \text{ [m/s}^2\text{]}$
	$p_{\text{max}} \leq 0.65 \text{ [m/s}^2\text{]}$
	$p_{\text{grenz}} \leq 0.98 \text{ [m/s}^2\text{]}$
<i>bei Zwangspunkten</i>	$p_{\text{grenz}} \leq 0.65 \text{ [m/s}^2\text{]}$

Als Zwangspunkte sind Weichen, Brücken, Bahnübergänge, Dilatationsvorrichtungen etc. zu verstehen.

4.3.4. Gerade

Zwischen Bögen unterschiedlicher Radien bzw. Richtungen ist im Normalfall eine Gerade anzuordnen. Die Länge von Geraden setzt sich aus $L_{\text{Gmin}} = 0.4 \cdot V_e \text{ [m]}$ zusammen. Dabei ist der Wert von $L_g \geq 10 \text{ [m]}$ nicht zu unterschreiten.

4.3.5. Bogenradius

In Abhängigkeit von der Entwurfsgeschwindigkeit V_e sind die Bogenradien R möglichst gross zu wählen. Es folgt:

$$R = \frac{8.3 \cdot V^2}{\ddot{u} + 108} \text{ [m]}$$

Es gelten folgende Mindestwerte für Bogenradien:

<i>Streckengleis</i>	$R_{\text{min}} \geq 50 \text{ [m]}$
	$R_{\text{grenz}} \geq 20 \text{ [m]}$
<i>Depot/ Wendeschleifen</i>	$R_{\text{min}} \geq 25 \text{ [m]}$
	$R_{\text{grenz}} \geq 20 \text{ [m]}$

Auf unabhängigen Bahnkörpern (Eigentrasse) soll die maximale Querschleunigung p_{\max} eingehalten werden. Daraus ergibt sich $R_{\min} = 170$ [m] bei einer maximal zulässigen Überhöhung in Bezug auf die Entwurfsgeschwindigkeit ($V_e \geq 60$ km/h).

4.3.6. Überhöhung

Die Überhöhung setzt sich in Abhängigkeit der Geschwindigkeit, des Bogenradius und der Querschleunigung zusammen:

$$\ddot{u} = \frac{8.3 \cdot V^2}{R} - 108 \cdot p \text{ [mm]}$$

Die ausgleichende Überhöhung ($p=0.00$ m/s²) beträgt:

$$\ddot{u}_0 = \frac{8.3 \cdot V^2}{R} \text{ [mm]}$$

Im Normalfall soll mit der Regelüberhöhung im Bogenradius trassiert werden:

$$\ddot{u}_{\text{reg}} = \frac{8.3 \cdot V^2}{R} - 22 \text{ [mm]}$$

Die maximale Überhöhung nach p_{\max} beträgt:

$$\ddot{u}_{\max} = \frac{8.3 \cdot V^2}{R} - 70 \text{ [mm]}$$

Folgender Grenzwert in Bezug auf die Querschleunigung ist einzuhalten:

$$\ddot{u}_{\min} = \frac{8.3 \cdot V^2}{R} - 108 \text{ [mm]}$$

Die nachstehenden Oberwerte sind nicht zu überschreiten:

<i>Eigentrasse</i>	$\ddot{u}_{\text{grenz}} = 105$ [mm]
<i>Trasse im Strassenkörper - Bogen</i>	$\ddot{u}_{\max} = 50$ [mm]
<i>Trasse im Strassenkörper - Gerade</i>	$\ddot{u}_{\max} = 10$ [mm]
<i>Haltestelle</i>	$\ddot{u}_{\max} = 0$ [mm]

4.3.7. Übergangsbogen

Zwischen Gerade und Bogen, aufeinanderfolgenden Bögen mit verschiedenen Radien bzw. Richtungen ist im Regelfall ein Übergangsbogen anzuordnen. Der Übergangsbogen hat die Form einer kubischen Parabel.

Die bei BERNMOBIL zur Anwendung kommende kubische Parabel ist im Anhang als Beilage 1 aufgeführt. In den meisten Trassierungsprogrammen (z.B. Rail Track von Bentley) ist diese Form der Parabel bereits integriert. Klothoiden sind nicht zu verwenden.

Die Mindestlänge des Übergangsbogens unter Beachtung des Querrucks (siehe 4.3.8) ergibt sich mit:

$$L_{U\min} = \frac{V \cdot \Delta p}{1.8} \text{ [m]}$$

Dabei ist eine Übergangsbogenlänge von $L_U=10$ [m] nicht zu unterschreiten.

Um die Berechnung der Übergangsbögen mittels CAD-Programmen seitens BERNMOBIL zu gewährleisten, ist die maximale Länge der Übergangsbögen auf folgenden Wert begrenzt:

$$L_{U\max} \leq \frac{R}{1.3} \text{ [m]}$$

4.3.8. Querruck

Beim Übergang von der Gerade zum Bogen oder Bögen unterschiedlicher Radien bzw. Richtungen kommt es zum Querruck. Um diesen relativ gering zu halten, ist ein Übergangsbogen zwischen den Trasseelementen einzusetzen. Der Querruck errechnet sich wie folgt:

$$C = \frac{V \cdot \Delta p}{3.6 \cdot L_u} \quad [m/s^3]$$

Dabei ist ein Wert über $C_{\max}=0.50 \text{ [m/s}^3\text{]}$ nicht zu überschreiten. Ist in Ausnahmefällen kein Übergangsbogen zwischen den einzelnen Trasseelementen möglich, ermittelt sich die zulässige Höchstgeschwindigkeit V_{zul} anhand des maximalen Querruckes wie folgt:

Bogen - Bogen

$$V_{\text{zul}} = 3.6 \cdot \sqrt[3]{C_{\max} \cdot L_v \cdot \frac{1000}{\Delta k}} \quad [km/h]$$

$$\Delta k = \frac{1000}{R_2} \pm \frac{1000}{R_1} \quad \text{mit } (R_1 > R_2)$$

Gerade – Bogen

$$V_{\text{zul}} = 2.86 \cdot \sqrt[3]{L_v \cdot R} \quad [km/h]$$

Vereinfacht ist $L_v=6.00 \text{ [m]}$ einzusetzen.

Bei der Ermittlung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit V_{zul} nach Querruck und Querbeschleunigung ist der kleinere Wert anzuwenden !

4.3.9. Überhöhungsrampe

Zwischen einem nicht überhöhten und einem überhöhten Gleiselement ist eine Überhöhungsrampe anzuordnen. Die Überhöhungsrampe ist geradlinig auszuführen. Im Regelfall ist die Überhöhungsrampe im Übergangsbogen anzuordnen. Bei unterschiedlicher Länge zwischen Übergangsbogen und Überhöhungsrampe soll der grössere der beiden Werte als gemeinsame Länge mit gleichen Anfangs- und Endpunkten ausgeführt werden.

Die maximal zulässige Neigung der Überhöhungsrampe beträgt $N_{\max} = 1 \text{ ‰}$. Die notwendige Rampenlänge ergibt sich mit:

$$L_R = \frac{1/N \cdot \ddot{u}}{1000} \quad [m]$$

Bei aufeinanderfolgenden Überhöhungsrampen unterschiedlicher Neigung muss ein Gleiselement ohne oder mit gleichbleibender Überhöhung mit folgender Länge dazwischen angeordnet werden:

$$L \geq \frac{V_e}{10} \quad [m]$$

4.4. Vertikale Linienführung

4.4.1. Längsneigung

Die maximale Längsneigung ist im Regelfall mit dem Wert $I_{\max}=40$ [‰] anzusetzen. Im Grenzfall ist eine Längsneigung von $I_{\text{grenz}}=70$ [‰] nicht zu überschreiten. Erfolgt ein Gleisersatz auf bestehenden Strecken, ist folgender Wert nicht zu überschreiten $I_{\max}=I_{\text{vorh}}$ [‰].

Im Haltestellenbereich ist generell die Längsneigung von $I_{\max}=40$ [‰] nicht zu überschreiten.

Die Längsneigung in Wende- und Abstellanlagen soll idealerweise $I_{\max}=0$ [‰] betragen.

4.4.2. Neigungswechsel

Neigungswechsel werden über Bögen vollzogen. Die zulässige Ausrundung beträgt dabei:

$$r_a \geq 0.4 \cdot V_e^2 \text{ [m]}$$

Neigungswechsel sollen generell grosszügig ausgerundet werden.

Der Mindestausrundungsradius beträgt dabei:

$$\begin{array}{ll} r_a \geq 1'000 \text{ [m]} \\ \text{im Weichenbereich:} & \begin{array}{ll} \text{Kuppe} & r_a \geq 5'000 \text{ [m]} \\ \text{Wanne} & r_a \geq 2'000 \text{ [m]} \end{array} \end{array}$$

Neigungswechsel sollen nicht in Überhöhungsrampen liegen. Ist dies nicht zu vermeiden, soll folgendermassen ausgerundet werden:

$$r_a \geq \frac{10 \cdot V_e^3}{1/N} \text{ [m]} \quad \min.r_a \geq 3'000 \text{ [m]}$$

4.4.3. Höchstgeschwindigkeit

Die zulässige Höchstgeschwindigkeit im Mischverkehr beträgt:

Neigung ‰	Höchstgeschwindigkeit im Mischverkehr km/h
Auf Steigung und 0‰	50
10	50
20	45
30	40
40	35
50	35
60	30
70	25

Tab.1 – Geschwindigkeit

Im Eigentrasse sind abweichende Geschwindigkeiten möglich.

4.5. Weichen und Kreuzungen

4.5.1. Weichen

Nach Möglichkeit sind folgende standardisierte Weichentypen in der Trassierung einzuplanen:

Weiche mit			
durchlaufendem Bogen		geradem Endstück	
<p>durchlaufender Bogen (Bogenherzstück)</p>		<p>gerades Endteil (gerades Herzstück)</p>	
Radius	Tangentenwinkel 1 : n	Radius	Tangentenwinkel 1 : n
25	1 : 2.661	25	1 : 4
30	1 : 2.994	30	1 : 4
50	1 : 4.105	50	1 : 6
100	1 : 6.154	100	1 : 7
150	1 : 7.731	150	1 : 9

Tab.2 – Standardweichen

Der Tangentenwinkel ergibt sich wie folgt: $\tan \alpha = 1 : n \text{ [}^\circ\text{]}$

Speziallösungen von Weichen sind kostenaufwendige Einzelanfertigungen. Diese sind nach Möglichkeit zu vermeiden. Sollte es unumgänglich sein Weichen als Sonderform auszubilden, ist dieses während der Planungsprozesse mit BERNMOBIL abzustimmen.

Die Abmessungen für die katalogisierten Standardweichen sind den beiliegenden Anlagen (Plan Nr.39) zu entnehmen.

4.6. Kreuzungen

Gleiskreuzungen im unmittelbaren Weichenbereich sind mit BERNMOBIL in Bezug auf die Lage der Herzstücke abzustimmen.

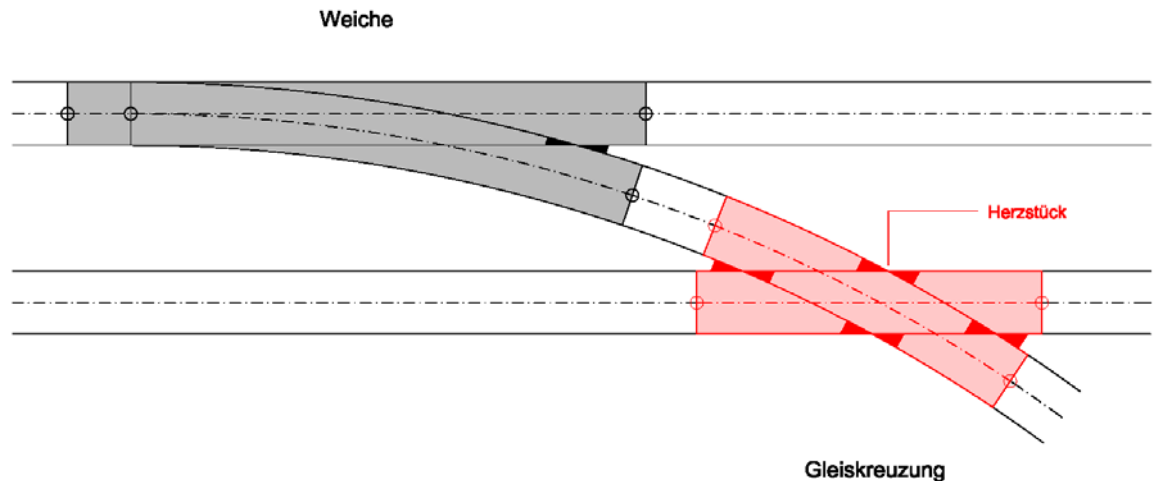


Abb. 1 - Schema Gleiskreuzung

Um das Geschwindigkeitsniveau im freien Streckengleis nicht unnötig herabzusetzen, sollten Weichen und Kreuzungen im Bereich von Langsamfahrstrecken angeordnet werden.

Kreuzungen und Weichen, welche vom Weichenanfang (Weichenkopf, spitz befahren) befahren werden, haben eine maximal zulässige Höchstgeschwindigkeit von 15 km/h. Weichen welche vom Weichenende her befahren werden (stumpf befahren), haben eine maximal zulässige Höchstgeschwindigkeit von 25 km/h.

4.7. Zusammenfassung Trassierungswerte

Horizontal:

Entwurfsgeschwindigkeit:	<i>Trasse im Strassenkörper</i>	$V_e \geq 50 \text{ [km/h]}$
	<i>Eigentrasse</i>	$V_e \geq 60 \text{ [km/h]}$
Querbesehleunigung:	<i>Streckengleis</i>	$p_{reg} \leq 0.20 \text{ [m/s}^2\text{]}$
		$p_{max} \leq 0.65 \text{ [m/s}^2\text{]}$
		$p_{grenz} \leq 0.98 \text{ [m/s}^2\text{]}$
	<i>bei Zwangspunkten</i>	$p_{grenz} \leq 0.65 \text{ [m/s}^2\text{]}$
Gerade:		$L_G \geq 10 \text{ [m]}$
Bogenradius:	<i>Streckengleis</i>	$R_{min} \geq 50 \text{ [m]}$
	<i>Depot/ Wendeschleifen</i>	$R_{min} \geq 25 \text{ [m]}$
		$R_{grenz} \geq 20 \text{ [m]}$
Überhöhung:	<i>Eigentrasse</i>	$\ddot{u}_{grenz} = 105 \text{ [mm]}$
	<i>Trasse im Strassenkörper - Bogen</i>	$\ddot{u}_{max} = 50 \text{ [mm]}$
	<i>Trasse im Strassenkörper - Gerade</i>	$\ddot{u}_{max} = 10 \text{ [mm]}$
	<i>Haltestelle</i>	$\ddot{u}_{max} = 0 \text{ [mm]}$
Übergangsbogen:		$L_{Umin} \geq 10 \text{ [m]}$
Querruck:		$C_{max} = 0.50 \text{ [m/s}^3\text{]}$
Überhöhungsrampe:		$N_{max} = 1 \text{ ‰}$

Vertikal:

Längsneigung:		$I_{max} = 40 \text{ [‰]}$
		$I_{grenz} = 70 \text{ [‰]}$
	<i>Gleisersatz bestehende Strecke</i>	$I_{max} = I_{vorh} \text{ [‰]}$
	<i>Wende- und Abstellanlagen</i>	$I_{max} = 0 \text{ [‰]}$
Neigungswechsel:	<i>Mindestausrundung</i>	$r_a \geq 1'000 \text{ [m]}$
	<i>im Weichenbereich: Kuppe</i>	$r_a \geq 5'000 \text{ [m]}$
	<i>im Weichenbereich: Wanne</i>	$r_a \geq 2'000 \text{ [m]}$
	<i>Überhöhungsrampe</i>	$r_a \geq 3'000 \text{ [m]}$

5. Lichtraumprofil

5.1. Allgemeines

Das Lichtraumprofil beschreibt den für den Betrieb und Unterhalt der Strassenbahnen freizuhaltenen Raum. Es setzt sich aus der Grenzlinie fester Anlagen und den jeweils erforderlichen Sicherheitsräumen zusammen.

5.1.1. Grenzlinie fester Anlagen

Die Grenzlinie beschreibt den für die Durchfahrt von Tramfahrzeugen freizuhaltenen Raum.

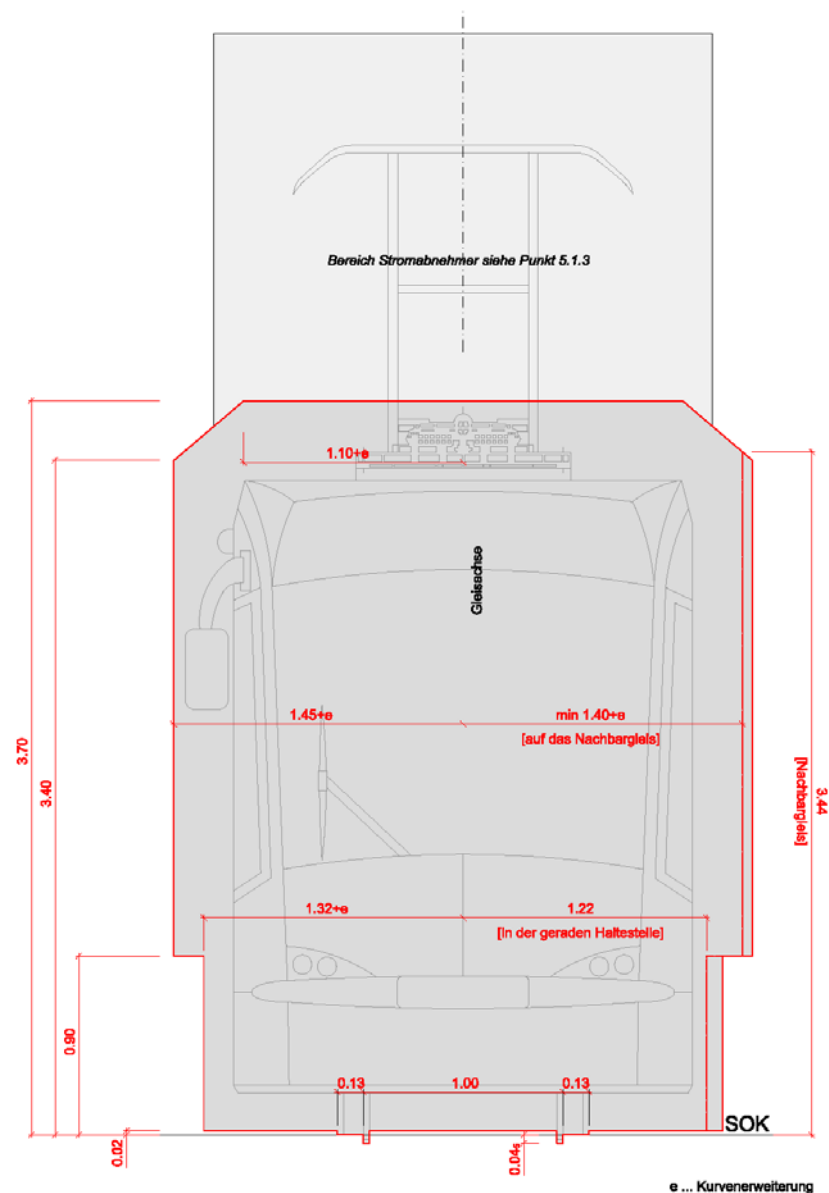


Abb. 2– Grenzlinie fester Anlagen

Bei Anlagen im Schottergleis ist das Lichtraumprofil mit BERNMOBIL gesondert abzustimmen!

5.1.2. Sicherheitsräume

Als Sicherheitsräume gelten nach AB-EBV der Fensterraum, der Dienstweg und der Schlupfweg. Die jeweils anzusetzenden Sicherheitsräume werden durch BERNMOBIL vorgegeben.

Der Dienstweg ist vorzusehen, wenn die Gleisanlage durch bauliche Einschränkungen (Hausecken, Mauern, Unterführungen etc.) vom Strassenraum nicht direkt erreichbar ist und der Zugang parallel zu den Gleisen erfolgt.

Der Schlupfweg soll das Passieren entlang stehender Züge ermöglichen. Er ist bei allen festen Anlagen freizuhalten. Dieser kann auf unmittelbar direkt angrenzenden Fahrbahnen resp. Velostreifen liegen. Im Schlupfweg können Signale, Masten etc. stehen, wenn das Schlüpfen und eine direkte Umgehbarkeit dieser im Notfall gewährleistet sind.

Es ist weiterhin die **SN 671 520** des VSS zu beachten.

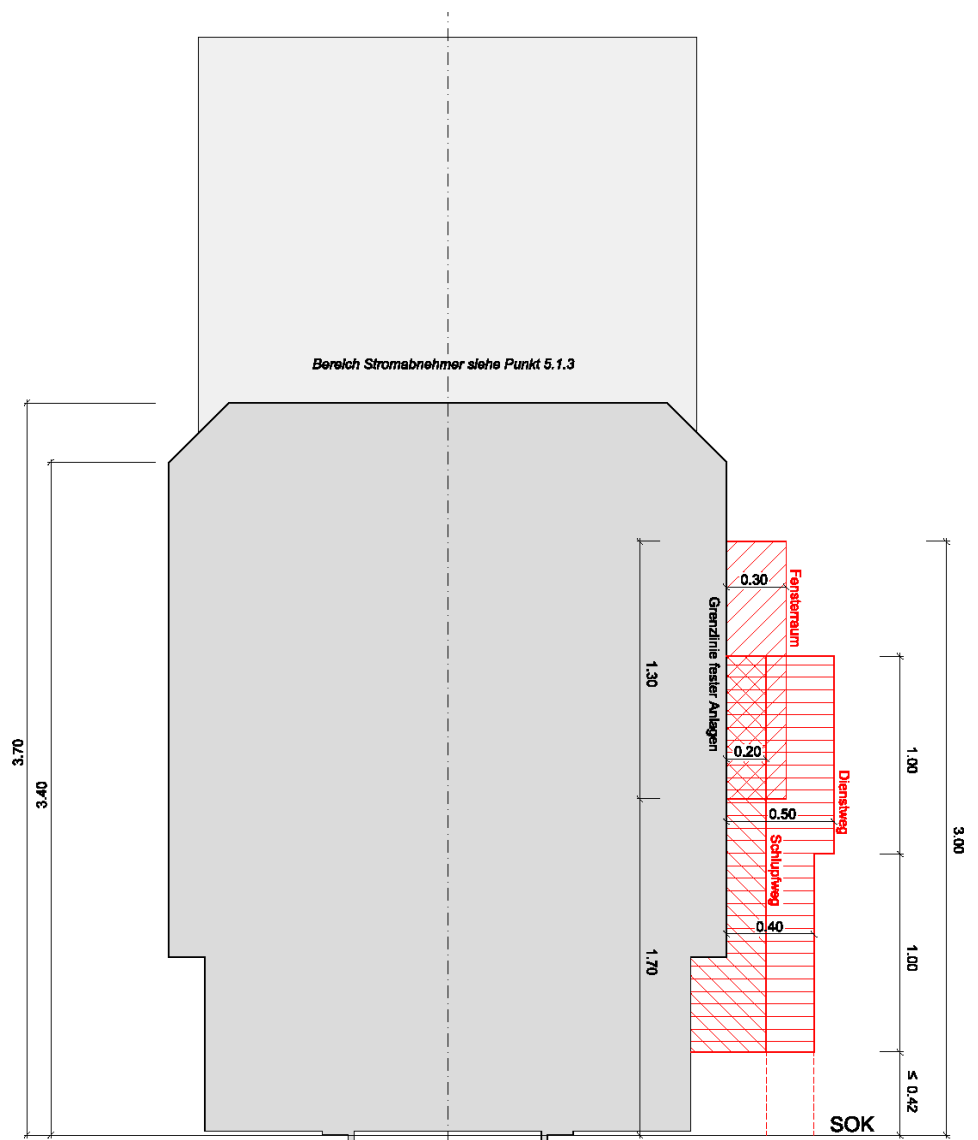


Abb. 3 – Sicherheitsräume ohne Gleisüberhöhung nach AB-EBV (Artikel 18, Blatt 11M)

Bei punktuell festen Anlagen (Signale, Masten etc.), welche eine Höhe von 1.70 [m] über SOK überschreiten, ist der Fensterraum der anzusetzende Sicherheitsraum.

Bei Gleiselementen, welche mit einer Überhöhung \bar{u} ausgebildet werden, sind die Sicherheitsräume, wie in der nachfolgenden Abbildung dargestellt, anzusetzen.

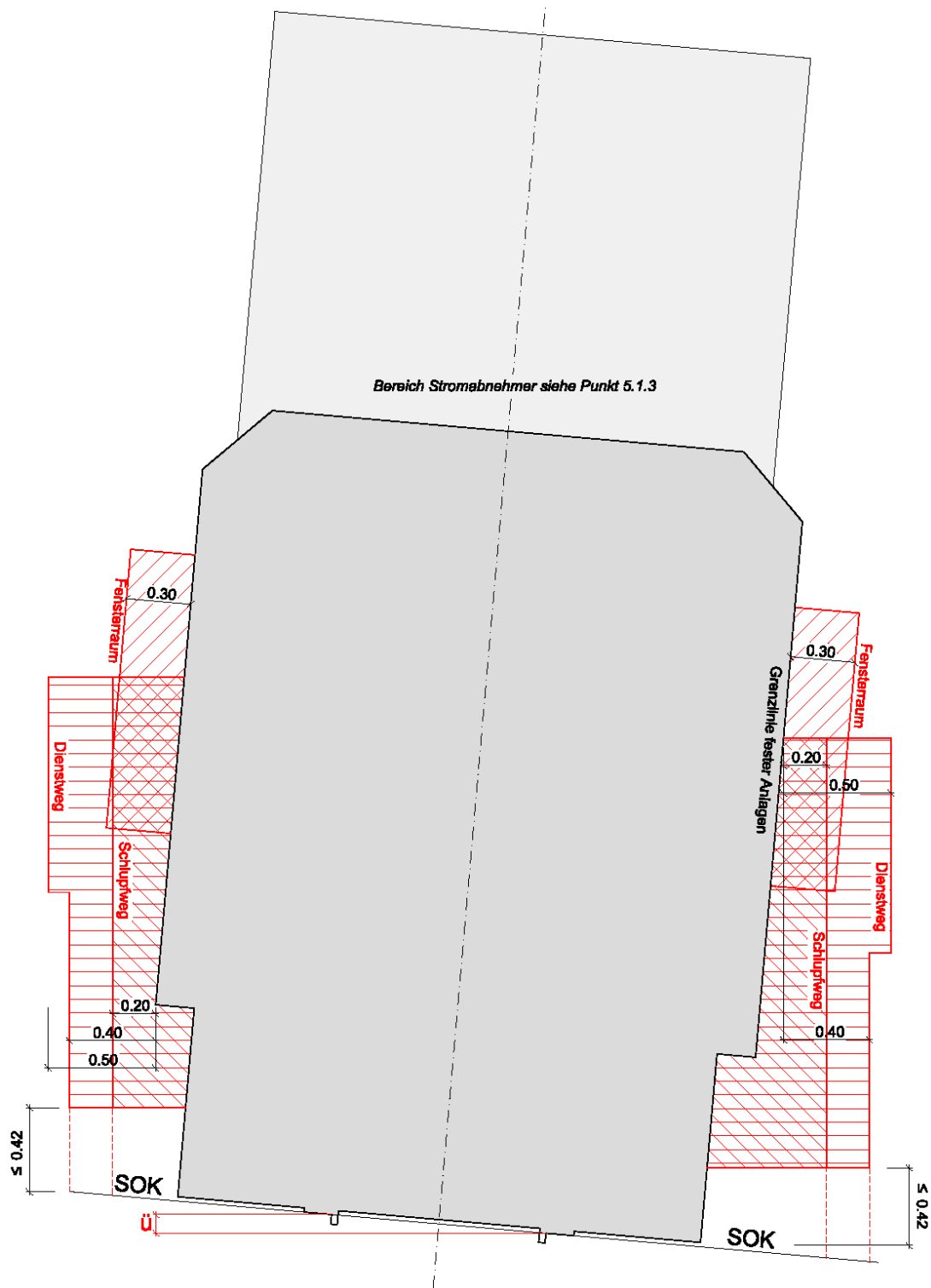


Abb. 4 – Sicherheitsräume mit Gleisüberhöhung nach AB-EBV (Artikel 18, Blatt 5M)

5.1.3. Stromabnehmerraum

Das Lichtraumprofil ist nicht typenabhängig definiert und orientiert sich an den maximalen Abmessungen für Tramfahrzeuge nach AB-EBV. Zu beachten ist die spezifische Fahrdrachthöhe von min. 5.50 m im Mischverkehr mit MiV resp. 5.40 m auf freier Strecke (besonderer Bahnkörper). Eine abweichende Fahrdrachthöhe, z.B. bei Sonderbauwerken wie Unterführungen, Depots etc. wird durch BERNMOBIL vorgegeben und ist entsprechend zu handhaben.

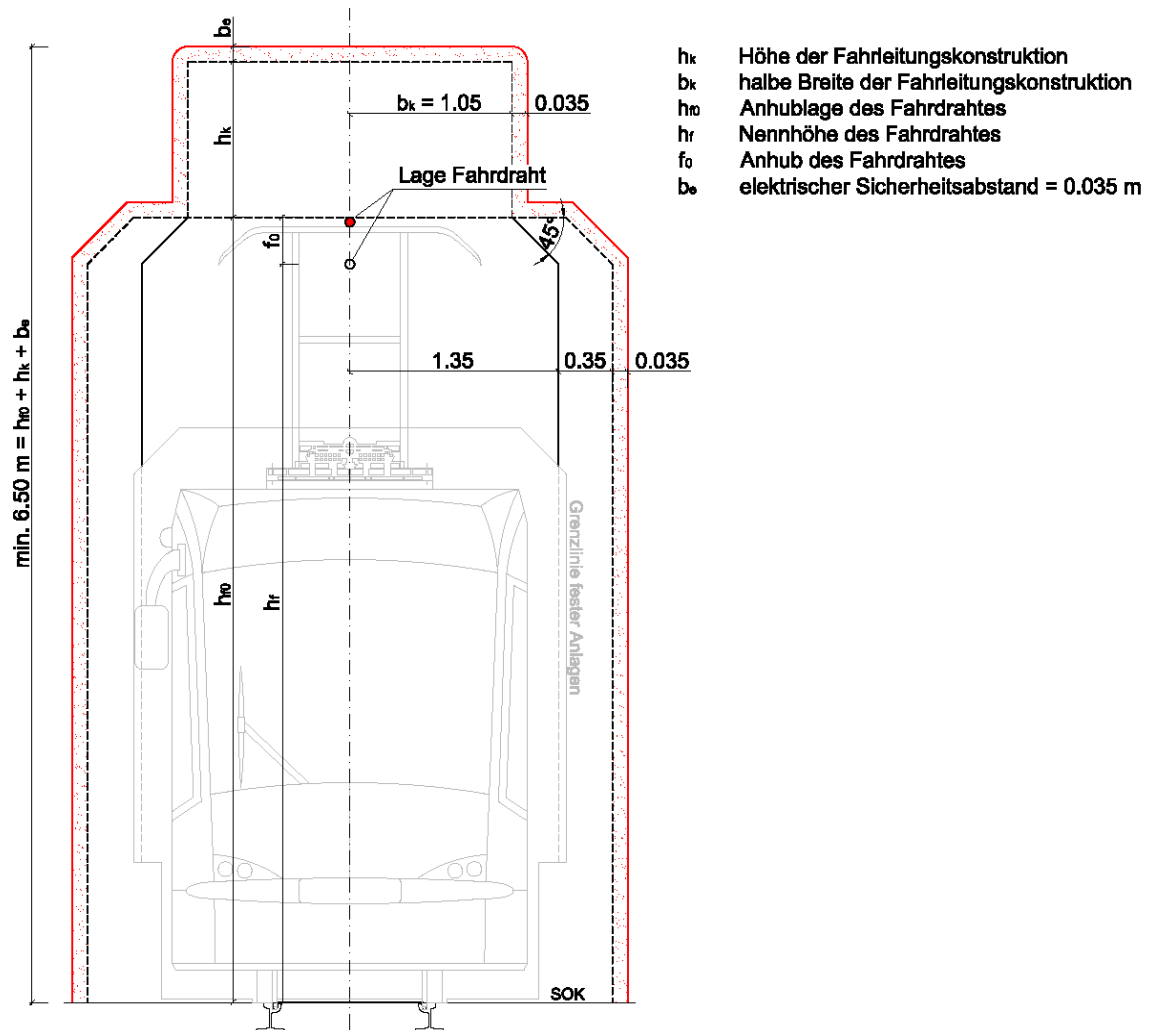


Abb. 5 – Lichtraum Stromabnehmerbereich

Die Gesamthöhe des Stromabnehmerraumes setzt sich aus $h_{f_0} + h_k + b_e \geq 6.50$ m zusammen.

5.1.4. Überhöhung

Eine im Gleis auftretende Überhöhung \ddot{u} ist in Bezug auf die Grenzlinien fester Anlagen mit dem Abstand d [m] zu beachten und einzurechnen. Der Abstand d ist dabei abhängig von der Überhöhung und der Hindernishöhe (z.B. Masten, benachbarte Gleise etc.).

$$d = \cos \alpha * x - \sin \alpha * y - x \text{ [m]}$$

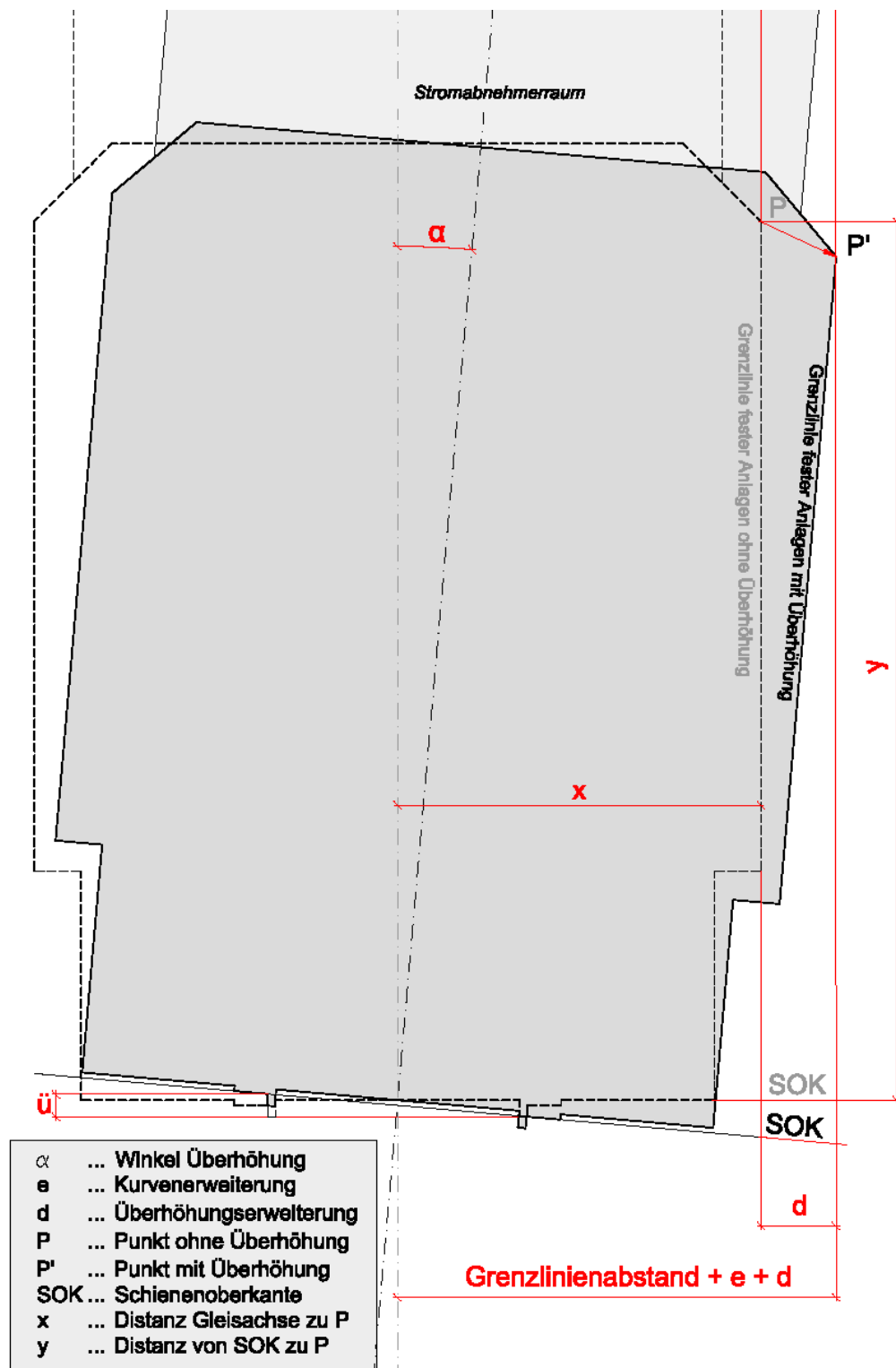


Abb. 6 – Grenzlinie mit Gleisüberhöhung nach AB-EBV (Artikel 18, Blatt 5M)

5.1.5. Kurvenerweiterung

In Gleisbögen sind die Grenzlinienabstände um das Mass e zu erweitern (Kurven-
erweiterung). Das Mass e ergibt sich in Abhängigkeit vom Bogenradius wie folgt:

$$\text{Kurveninnenseite} \quad e = \frac{5.7}{(R-1.3)} [m]$$

$$\text{Kurvenaussenseite} \quad e = \frac{11.25}{(R + 2.7)} [m]$$

Eine auftretende Überhöhung \ddot{u} ist gemäss Punkt 5.1.4 mit dem Abstand d [m] bei der Kurvenverlängerung zu beachten und mit einzurechnen.

5.1.6. Lichtraumübergänge

Beim Übergang von der Geraden in den Bogen (in der Gleistrasse) baut sich der Lichtraum mit der Kurvenverlängerung nach folgenden Schemen auf:

Lichttraumübergang Gerade in Bogen mit Übergangsbogen

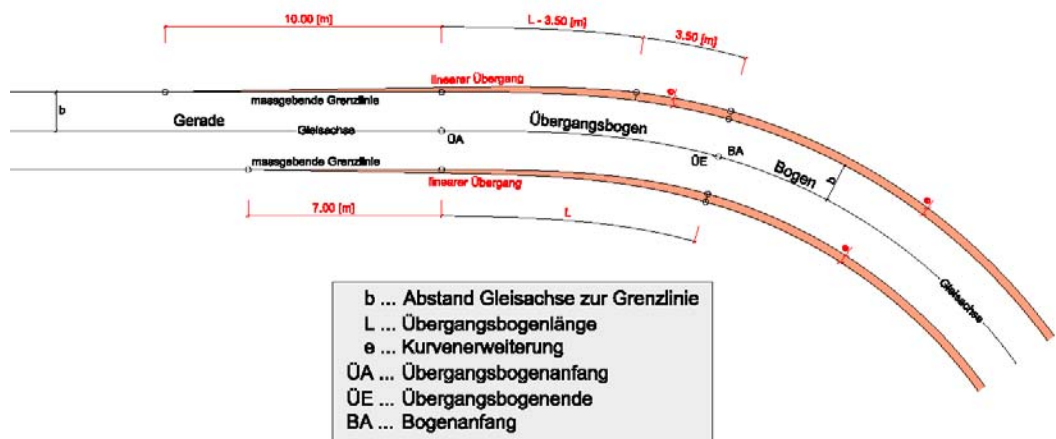


Abb. 7 – Lichtraumübergang Gerade in Bogen mit Übergangsbogen

Lichttraumübergang Gerade in Bogen ohne Übergangsbogen (z.B. Standardweichen)

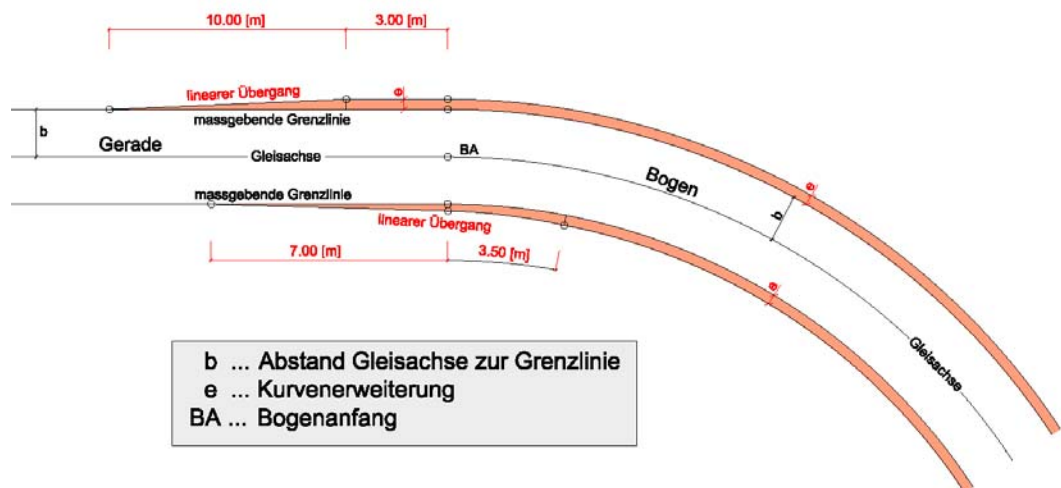


Abb. 8 – Lichtraumübergang Gerade in Bogen ohne Übergangsbogen

5.2. Gleisabstände

5.2.1. Gleisachsabstände

Der Mindestgleisachsabstand zwischen benachbarten Gleisen auf freier Strecke, Eigentrasse sowie Haltestellen ohne Busverkehr beträgt in der Geraden $a_{\text{reg}} = 2.90$ [m]. Sollte aufgrund beengter Platzverhältnisse der Wert $\min a_{\text{reg}}$ nicht eingehalten werden können, ist der Wert $a_{\text{grenz}} = 2.80$ [m] anzusetzen. Eine Unterschreitung von a_{grenz} ist nicht zulässig.

Um Überschneidungen der Lichtraumprofile beim Übergang von Gerade in Bogen und umgekehrt zu vermeiden, sind die Gleisachsabstände grosszügig zu wählen.

In Haltestellen mit Busverkehr und/ oder Bedienung durch Tramersatz beträgt der Abstand Perronkante zu Perronkante 6.40 [m]. Bei Haltestellen mit Veloverkehr ist der Gleisachsabstand (in der Geraden) mit $a_{\text{reg}} = 3.60$ [m], bei Haltestellen ohne Veloverkehr mit $a_{\text{reg}} = 3.96$ [m] anzusetzen.

Der Gleisachsabstand bei Stationsgleisen beträgt $a_{\text{reg}} = 3.50$ [m].

Achsabstände bei Sonderbauwerken (Werkstätten, Depots etc.) sind auf die jeweiligen Bedürfnisse mit BERNMOBIL abzustimmen.

In Kurven ist die jeweilige Kurvenenerweiterung e nach Abschnitt 5.1.5 mit anzurechnen.

Ein Anschluss von minimalen Radien bei minimalen Gleisachsabständen ist aufgrund der Kurvenenerweiterung/ Lichtraumübergänge nicht möglich. Die Radien oder die Gleisachsabstände sind entsprechend zu erhöhen !

5.2.2. Haltestellen

Haltestellen sind prinzipiell in der Geraden auszubilden. Ist dies nach den örtlichen Gegebenheiten nicht möglich, ist die Haltestelle an einem einteiligen Kreisbogen mit $R=\text{konst.}$ und $R>150$ [m] (Gleisachse) anzuordnen. Lichtraumübergänge nach Abschnitt 5.1.6 sind nach Möglichkeit ausserhalb des Haltestellenbereichs anzuordnen. Im Haltestellenbereich gelten die Gleisachsabstände gemäss Kapitel 7 – Haltestellen. Als minimaler Gleisachsabstand im Haltestellenbereich gilt $1.22\text{m} + e$.

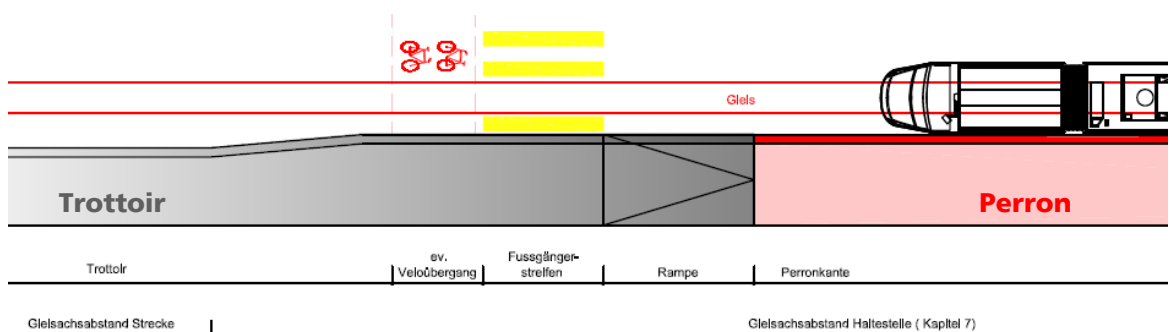


Abb. 9 – Lichtraumübergang Haltestelle

5.2.3. Trottoir, Fussgänger- und Verkehrsinseln auf freier Strecke

Der seitliche Mindestabstand zu Trottoirs und Fussgängerinseln auf freier Strecke (ohne Haltestellen) beträgt 1.45 [m] plus der Kurvenverbreiterung e .

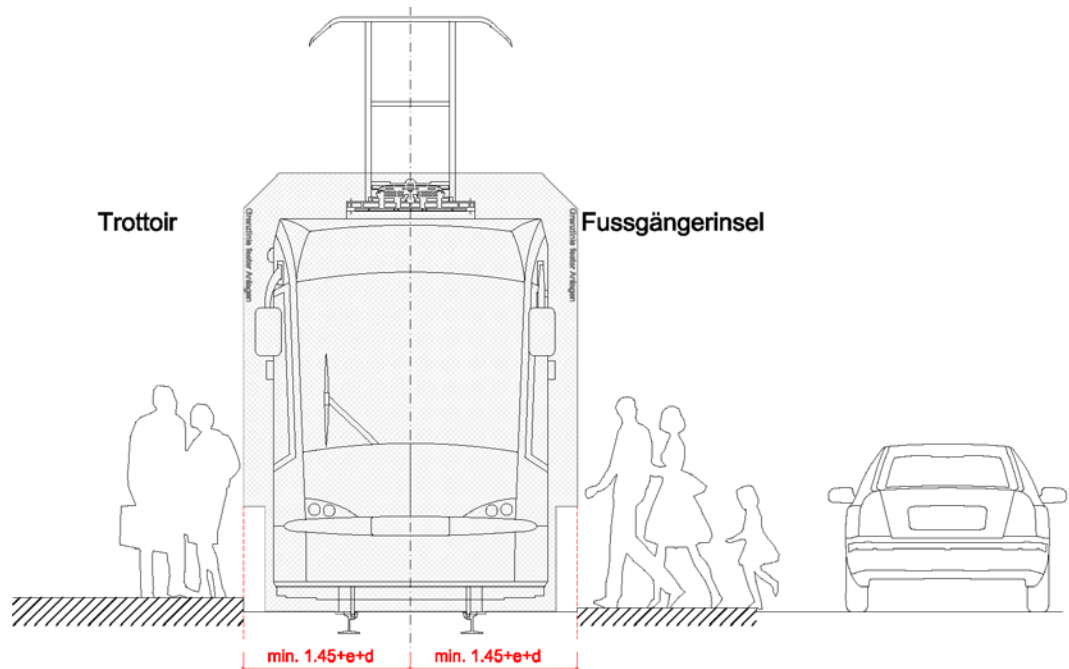


Abb. 10 – Lichtraum Trottoir / Fussgängerinseln

Bei Verkehrsinseln ohne Nutzung durch Fussgänger beträgt der seitliche Mindestabstand bis zu einer Höhe $h \leq 0.90$ [m] $\min. 1.32+e$ [m]. Es wird empfohlen, diese ebenfalls mit einem Abstand von $1.45+e$ [m] ab Gleisachse zu planen.

Eine auftretende Überhöhung $ü$ im Gleis ist zu beachten und gegebenenfalls mit anzurechnen / abzuziehen.

5.2.4. Bäume

Der lichte Raum im Bereich von Bäumen ist gemäss nebenstehender Abbildung mit einem Gleisachsabstand 2.00 [m] und einer Höhe von 6.50 [m] freizuhalten.

Der Mindestabstand Gleisachse zu Baumstammzentrum ist mit 3.50 [m] anzusetzen.

In Gleisbögen ist die Kurvenverbreiterung sowie die Überhöhung mit zu beachten und entsprechend anzurechnen.

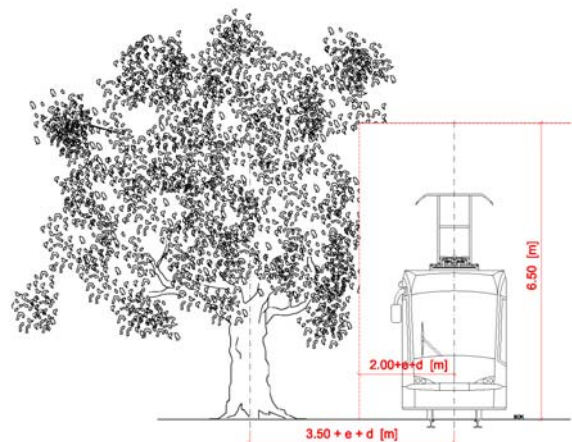


Abb. 11 – Lichtraum Bäume

5.2.5. Benachbarte Fahrspuren

Wird die Trasse als strassenbündiger Bahnkörper ausgebildet (Bestandteil der Strasse), beträgt der Mindestabstand zur benachbarten Fahrspur (resp. Velostreifen) mindestens 1.45 [m].

In Gleisbögen ist die Kurvenverbreiterung sowie die Überhöhung mit zu beachten und entsprechend anzurechnen.

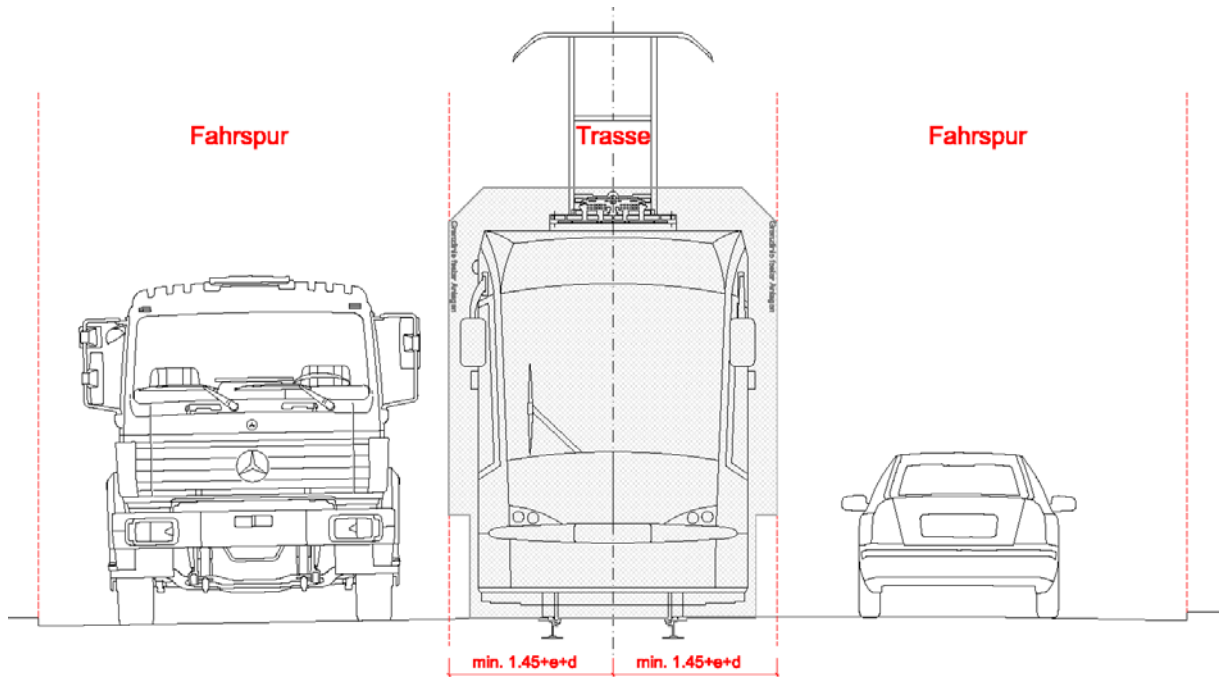


Abb. 12 – Lichtraum benachbarte Fahrspuren

5.3. Fahrdraht

5.3.1. Erdung

Im Bereich des Fahrdrahtes müssen zwei Punkte in Bezug auf die Erdung beachtet werden:

Zone I: Für das Szenario, dass der Fahrdraht auf die Fahrbahn fällt, müssen alle metallischen Bauten, Signale, Mobiliar etc. in diesem Bereich bahngeerdet werden. Der Abstand beträgt beidseitig der Gleisachse 1.85 m.

Zone II: Treffen verschieden Erdungssysteme (z.B. Kandelaber, Lichtsignalanlagen etc.) aufeinander, müssen besondere Massnahmen wie z.B. Trennkondensatoren, isolierte Montage elektrischer Verbraucher etc. vorgesehen werden.

Details der Trennung verschiedener Erdungssysteme sind von Fall zu Fall mit BERNMOBIL abzustimmen. Der zu beachtende Bereich erstreckt sich beidseitig mit je 2.90 m ab Gleisachse, insbesondere an Stellen mit oft haltenden Tramfahrzeugen.

5.3.2. Lichte Höhe

Auf freier Strecke, ist mit einer lichten Höhe für den Fahrdraht und dessen Aufhängekonstruktion von $h=5.50$ m im Mischverkehr (gemeinsam mit MiV) resp. 5.40 m im besonderen Bahnkörper (freie Strecke) zu projektieren. Sonderbauwerke für Unterführungen, Brücken, Tunnel etc. sind mit BERNMOBIL abzustimmen. Die lichte Höhe kann im Minimum mit 4.50 m angesetzt werden.

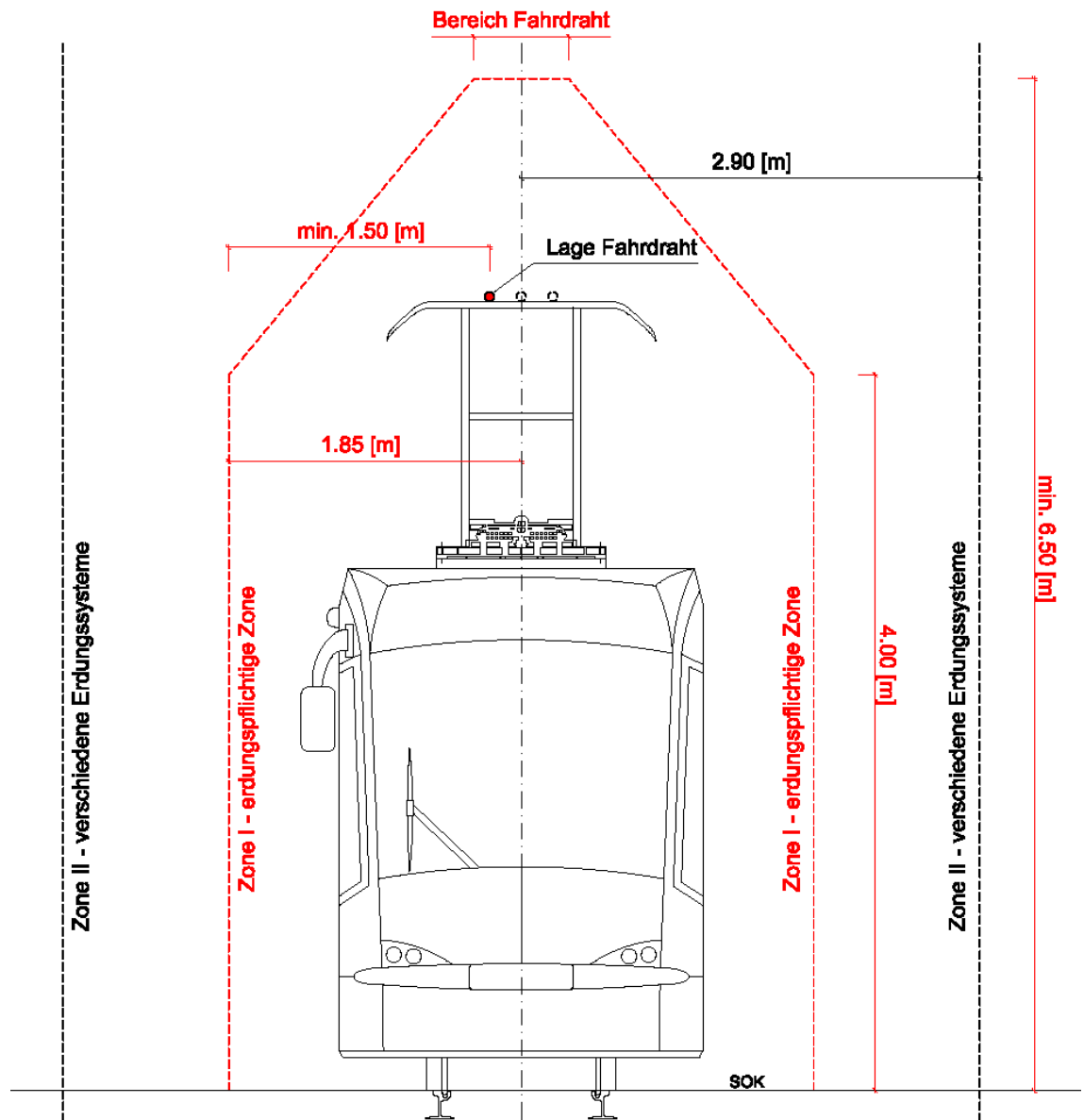


Abb. 13 – Zonen Erdung

5.3.3. Streustromschutz

Der Streustromschutz im standardisierten Gleiskörper wird durch den Aufbau des Tramtroges gewährleistet (siehe Normalprofil). Im Bereich von Sonderbauwerken (Brücken, Tankanlagen, Gasleitungen, sonstige Kunstbauten etc.) muss der Schutz vor Streustrom speziell und objektbezogen betrachtet werden und ist daher mit BERNMOBIL abzustimmen. Eine Standardlösung ist hierfür nicht vorgesehen.

5.3.4. Sonstiges

Ergänzend zu den Punkten 5.3.1 und 5.3.2 ist die AB-VEAB, Artikel 15 zu beachten.

6. Gleiskörper

6.1. Allgemeines

Der Aufbau des Tramtroges ist in aller Regel gemäss dem im Anhang beiliegenden Normalprofil, Plan-Nr. 37.0, auszuführen. Die jeweilige Ausführung des Troges (feste Fahrbahn, Rasengleis, Busplatte etc.) ist mit BERNMOBIL abzustimmen.

Es ist generell **nicht** gestattet, Werke (Elektro, Wasser, Gas etc.) durch den Trog zu führen. Einbauten wie z.B. Kontrollschächte für Abwasseranlagen dürfen nicht durch den Trog hindurch erstellt werden. Einzig die Schienenentwässerung, die Gleisanschlüsse und die übrigen technischen Gewerke seitens BERNMOBIL werden im Trog geführt.

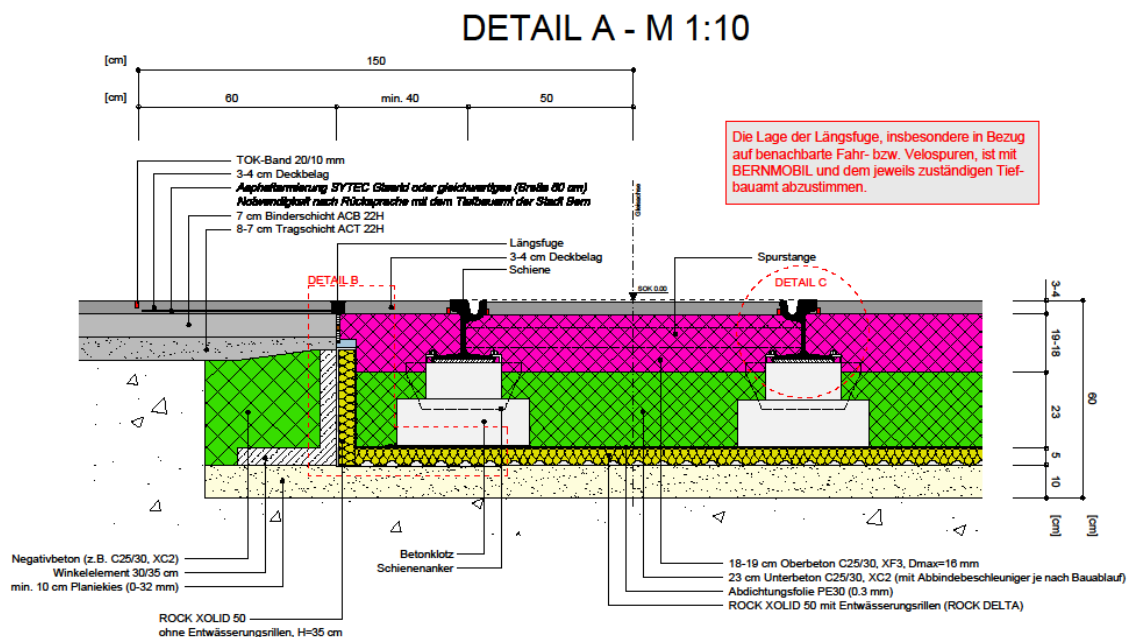


Abb. 14 – Auszug aus Normalprofil Tramtrog

6.2. Sonderbauwerke

Die Gleisführung über Brücken, durch Tunnel etc. stellt besondere Ansprüche an die Schienenlagerung. Diese ist von Fall zu Fall im Einzelnen zu betrachten und mit BERNMOBIL abzustimmen. Ein allgemeingültiges Normalprofil für Sonderbauwerke ist daher nicht vorhanden.

Für die Dimensionierung der Bauwerke gilt das Lastmodell für Schmalspurbahnen gemäss SIA 261, Art. 12.

Des Weiteren sind die Achs- bzw. Gesamtlasten der Tramfahrzeuge je nach Bauwerk zu beachten. Zum heutigen Fahrzeugpark BERNMOBIL sind folgende Lastangaben zur Orientierung in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

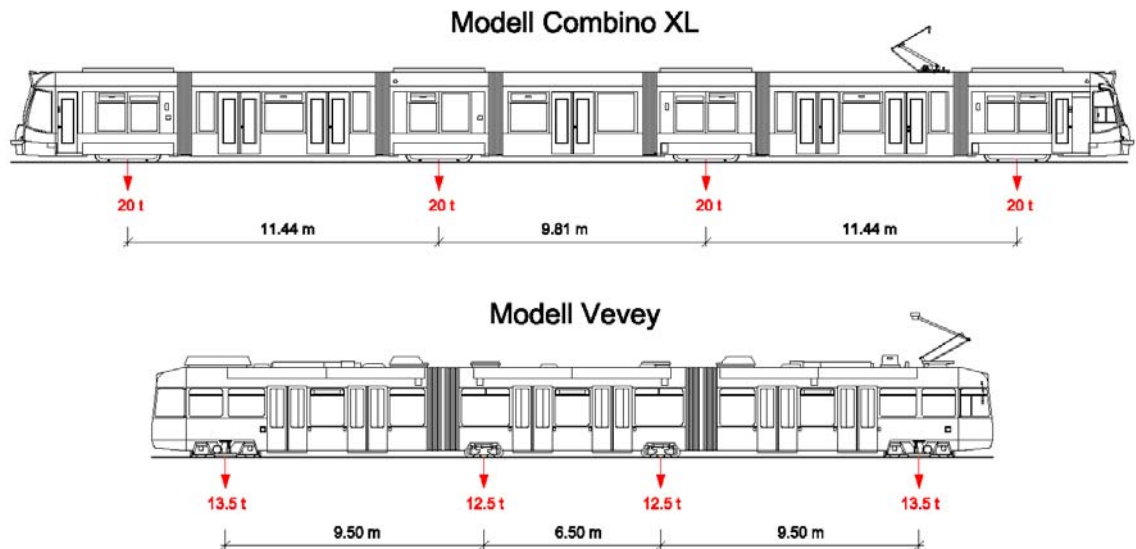


Abb. 15 – Lastangaben Tramfahrzeuge BERNMOBIL

6.3. Gleisentwässerung

6.3.1. Lage im Grundriss

Die Entwässerung der Schienen und Gleiseinbauten ist jederzeit zu gewährleisten. Schienenentwässerungskästen sind in Abhängigkeit der angrenzenden zu entwässernden Flächen in der Regel wie folgt anzuordnen:

Längsgefälle 0 – 5 ‰ min. ca. alle 25-40 [m]

Längsgefälle > 5 ‰ min. ca. alle 40-60 [m]

Haltestellenbereich > 2 ‰ ca. alle 20-25 [m]

Haltestellenbereich ≤ 2 ‰ Entscheid BERNMOBIL

Eine zwingende Entwässerung der Schienen hat an den Tiefpunkten zu erfolgen. Werden angrenzende Flächen zur Schiene hin entwässert, sind aussenliegende Entwässerungskästen vorzusehen.

Die Anordnung der Kästen und der Entwässerungsleitung hat in der Regel senkrecht zum Trog zu erfolgen. Es ist ein direkter Anschluss zu einem Schlammsammler vorzusehen. Ist dies nicht möglich, kann die Entwässerung über einen zwischen den Entwässerungskästen und Schlammsammler angeordneten Kontrollschacht erfolgen (indirekter Anschluss). Der Anschluss am Trogrand erfolgt über eine Doppelsteckmuffe (siehe NP, Plan-Nr. 37.0).

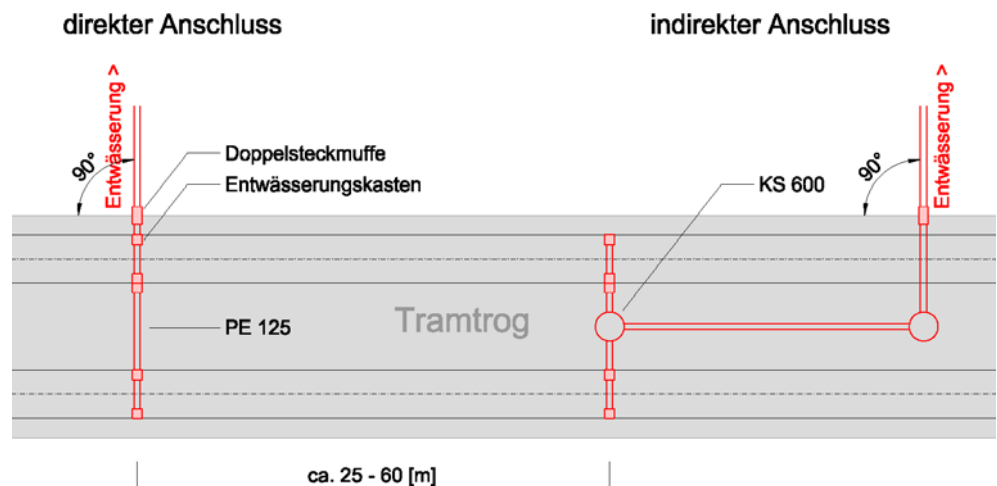


Abb. 16 – Schema Grundriss Gleisentwässerung

6.3.2. Lage im Querschnitt

Da die Platzverhältnisse im Gleistrog sehr begrenzt sind, sollte die Entwässerung zum tiefsten Trogrand hin erfolgen. Die Entwässerung hat vorrangig über einen direkten Anschluss zu erfolgen.

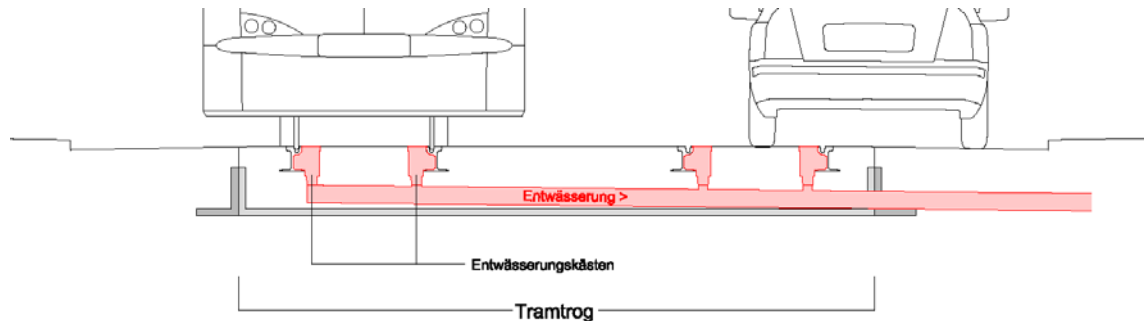


Abb. 17 – Schema direkte Gleisentwässerung

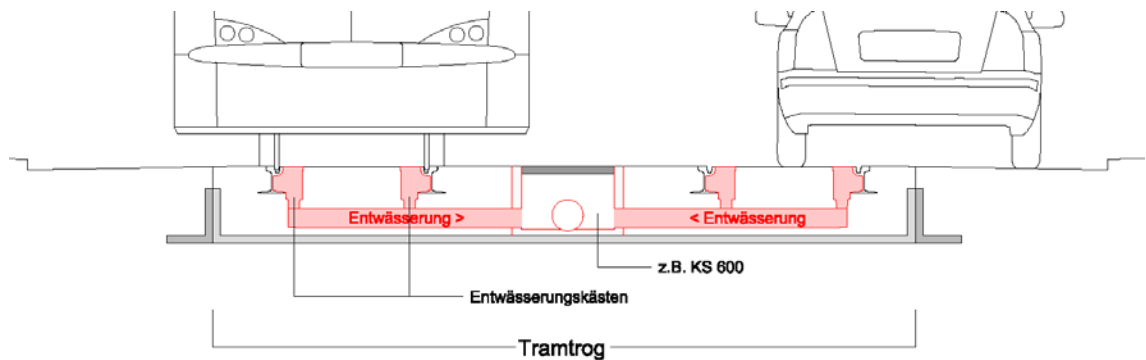


Abb. 18 – Schema indirekte Gleisentwässerung

6.3.3. Entwässerung Planie

Um eine Entwässerung der Planieschicht zu gewährleisten, sind Sickerschlitze in Abhängigkeit der Durchlässigkeit des Untergrundes in folgenden Abständen:

Längsgefälle 0 – 10 ‰ min. ca. alle 30-40 [m]

Längsgefälle $\geq 10 ‰$ min. ca. alle 40-60 [m]

sowie an allen Tiefpunkten vorzusehen. Die Anordnung erfolgt im Winkel von 50 Gon zum Tramtrog.

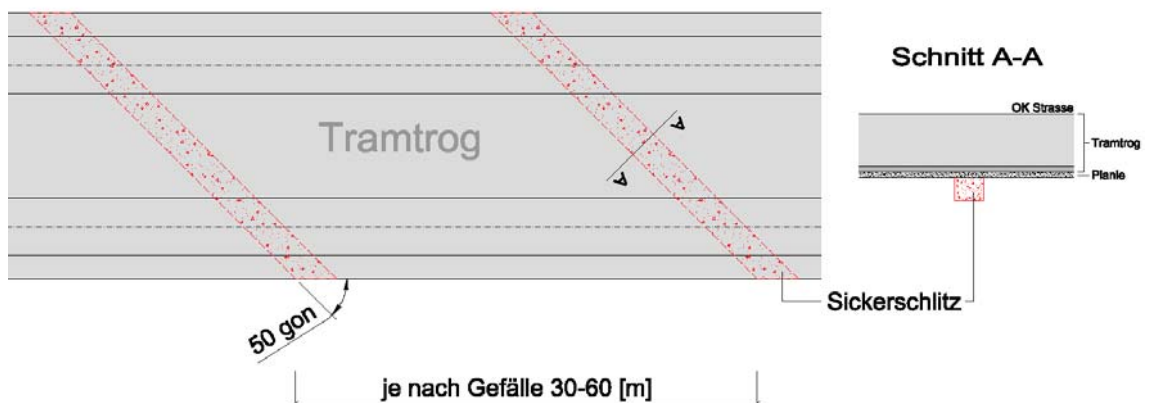


Abb. 19 – Schema Anordnung Sickerschlitze

6.4. Gleisanschlüsse und Weichensteuerung

6.4.1. Gleisanschlüsse für Rückleiter

Gleisanschlüsse werden analog der Schienenentwässerung direkt durch den Trog geführt. Bei mehreren Zuleitungen werden diese gebündelt mittels Doppelsteckmuffen durch den Trog geführt. Details der Anordnung sind mit BERNMOBIL abzustimmen.

Die Gleisanschlusskästen müssen mit einem direkten resp. indirekten Anschluss an die Schienenentwässerung angeschlossen werden.

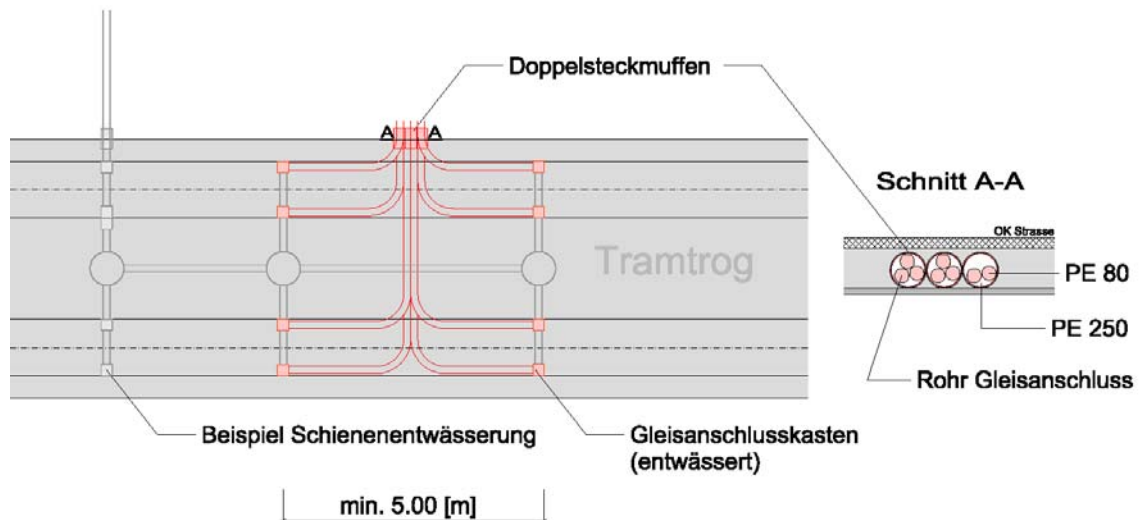


Abb. 20 – Schema Anordnung Gleisanschlüsse

6.4.2. Weichensteuerung/-antrieb und -heizung

Die Weichensteuerung, -antrieb und -heizung für elektrische bzw. mechanische Weichen erfolgt direkt ab Weichensteuerkasten. Der Weichensteuerkasten ist mit Blickrichtung (Fahrrichtung) zur Weichenanlage anzuordnen. Die Detailerschliessung der Weiche ist über einen Kabelschlaufsack in Weichennähe vorzusehen. Die Anzahl Rohre wird je nach Antriebstechnik durch BERNMOBIL vorgegeben. Alle Elemente der Weichensteuerung, -antrieb und -heizung (inkl. Steuerkasten und KS) sind zu entwässern.

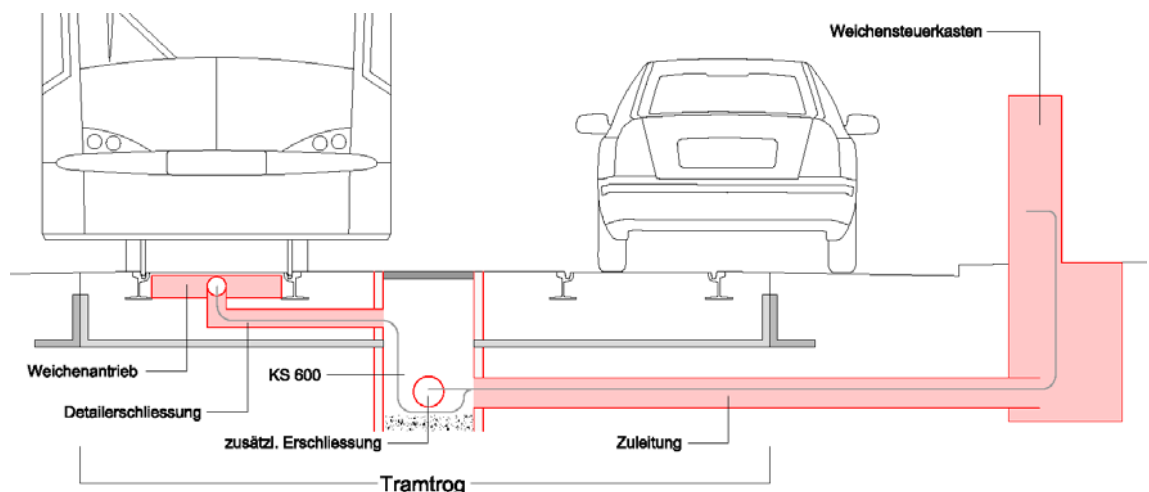


Abb. 21 – Schema Zuleitung Weichensteuerung

Die Groberschliessung Elektro zum Weichensteuerkasten (z.B. durch ewb) ist im Detail mit BERNMOBIL zu planen.

6.4.3. Elektronisches Schmiersystem

Elektronische Schmiersysteme werden bei Wendeschlaufen und neuralgischen Punkten im Gleisnetz zur Reduzierung des Quietschens zwischen Räder und Schiene sowie der Minderung des Materialverschleisses eingesetzt.

Folgende Systemkomponenten führen den Vorgang der Schmierung durch:

- Der Anlagekern steuert den Schmiervorgang und nimmt die wechselbaren Fettspeicher auf.
- Die Sensorstation registriert das sich nähernde Tram und meldet es an die Steuerung im Anlagekern, welche den Schmiervorgang auslöst.
- Die Schmierstrecke mit den Schmierkanälen oder Schmierleisten platziert das Schmiermittel punktgenau auf die Schiene.

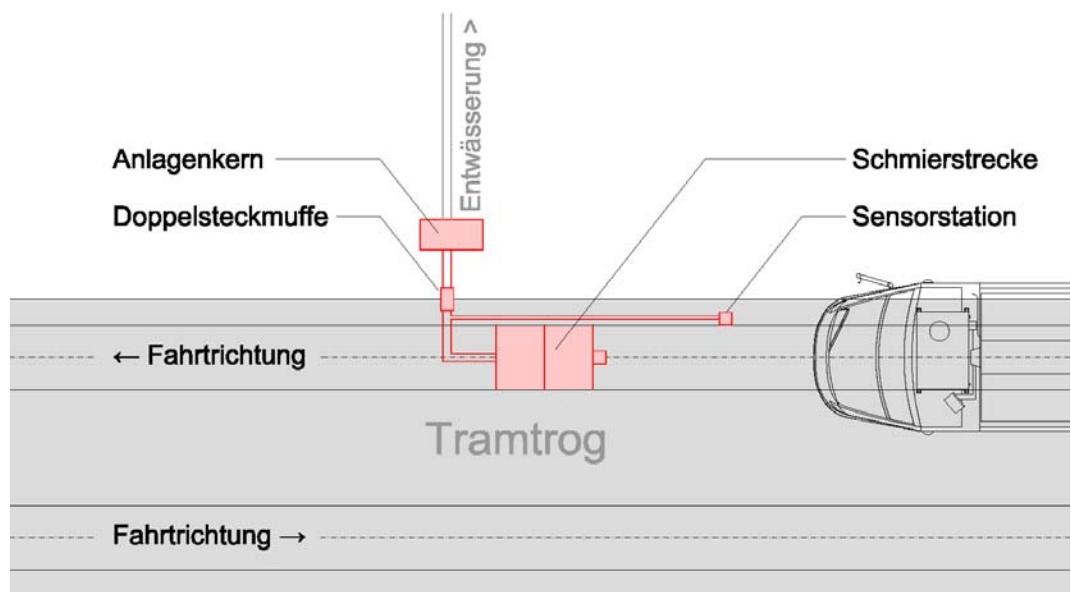


Abb. 22 – Schema elektronisches Schmiersystem

Die Anordnung der elektrischen Schmiersysteme im Gleisnetz wird durch BERNMOBIL vorgenommen.

Die Steuerung (Anlagekern) ist zu entwässern. Entsprechend ist ein Anschluss an die örtliche Entwässerung zu planen.

Die Groberschliessung Elektro zum Anlagekern (z.B. durch ewb) ist im Detail mit BERNMOBIL zu planen.

6.5. Anordnung Fugen & Querkraftriegel im Tramtrogl

Die Lage der Längsfugen ist, insbesondere im Hinblick auf benachbarte Fahr- resp. Velospuren, mit BERNMOBIL und dem jeweils zuständigen Tiefbauamt abzustimmen.

Für die Anordnung der Fugen des Tramtroges im Bereich Haltestellen mit Veloverkehr ist die beiliegende Normalie (Plan Nr. 17) anzuwenden.

Die jeweilig anzusetzende Breite der Fugen ist gemäss beiliegendem Normalprofil (Plan Nr. 37.0), Detail D zu planen.

BERNMOBIL baut in Spezialfällen zu Beginn und am Ende von Kurven Querkraftriegel ein. Diese leiten die Kräfte aus Bodenatmung und Schlingerfahrt von der Gleistragplatte in den Unterbau ab. Die Anordnung und Grösse wird durch BERNMOBIL festgelegt.

7. Haltestellen

7.1. Allgemeines

Haltestellen sind prinzipiell in der Geraden auszubilden. Ist dies nach den örtlichen Gegebenheiten nicht möglich, ist die Haltestelle an einem einteiligen Kreisbogen mit $R=\text{konst.}$ (Gleisachse) anzuordnen. Gleisachsradien im Haltestellenbereich sind mit $R > 150$ [m] auszubilden. Lichtraumübergänge nach Abschnitt 5.1.6 sind generell nur ausserhalb von Haltestellenbereichen (Perronkanten) zulässig.

Nach Möglichkeit sind Haltestellen mit einem Längsgefälle von 0 ‰ auszubilden. Sollten die örtlichen Gegebenheiten dies nicht zulassen, ist ein Längsgefälle bis maximal 40 ‰ zulässig.

Des Weiteren sollen Haltestellen nach Möglichkeit in der Vertikalen (Längsrichtung) als Gerade ausgebildet werden. Ist dies nicht möglich, sind grosszügige Radien (Neigungswechsel) zu wählen.

7.2. Haltestellenlänge

Die nutzbare Kantenlänge bei Tramperrons im Netz von Bernmobil hat mindestens eine Länge von 43.00 [m]. Wird die Haltestelle zeitgleich durch mehrere Fahrzeuge (Tram+Tram oder Tram+Bus) bedient, ist die Haltestelle um das entsprechende Mass zu verlängern. Die jeweilige Art der Bedienung wird durch BERNMOBIL festgelegt.

Der Halte-/ Aufstellbereich für Tramfahrzeuge hat eine Mindestlänge von 50.00 [m]. Darin enthalten sind die nutzbare Perronkante von 43.00 [m] und ein Bereich von 5.00 [m] für die verschiedenen Tramtypenfronten.

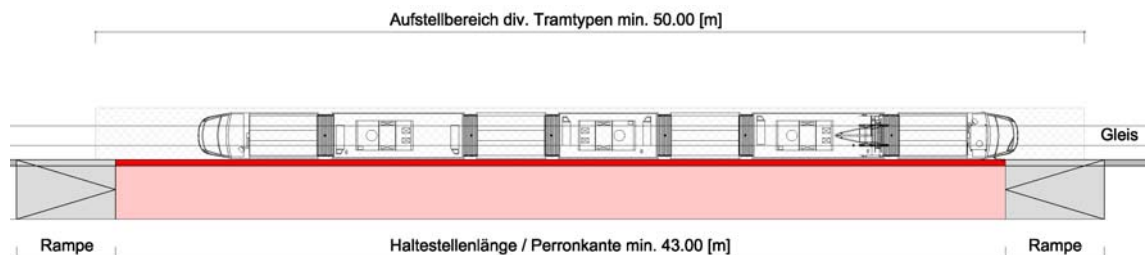


Abb. 23 – Schema Haltestellenlänge

7.3. Behindertengerechte Ausbildung

Haltestellen im Netz von BERNMOBIL sind behindertengerecht auszubilden. Dazu zählt der Zugang zu den Haltestellen und deren Infrastruktur gemäss Behindertengleichstellungsgesetz für Gehbehinderte (z.B. Rollstuhlfahrer) ebenso wie für Sehbehinderte (z.B. Blinde).

Folgende Punkte sind bei der Projektierung von Haltestellen zu beachten:

7.3.1. Hindernisfreie Fläche

Der Normeinstieg für Rollstuhlfahrer erfolgt bei Fahrzeugen im Netz von Bernmobil im Bereich der zweiten Fahrzeugtür (Tram+Bus). Entsprechend ist der Warte- und Einstiegsbereich in diesem Abschnitt von jeglichen Einbauten (Wartehalle, Billetautomat, Smart-Info, Bäume, Signale etc.) freizuhalten (hindernisfreie Fläche).

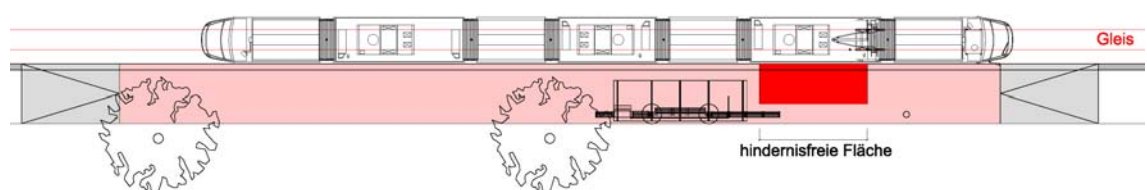


Abb. 24 – Schema hindernisfreie Fläche - Lage

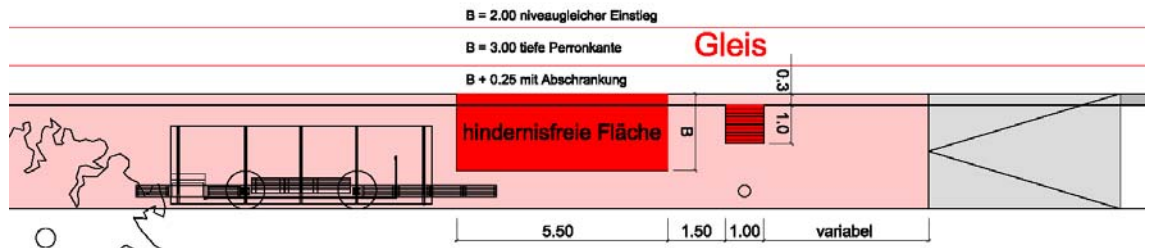


Abb. 25 – Schema hindernisfreie Fläche - Detail

7.3.2. Durchfahrtsbreite Rollstuhlfahrer

Die Durchfahrtsbreite für Rollstuhlfahrer hat im gesamten Haltestellenbereich mindestens 0.90 [m] zu betragen. Grenzt diese unmittelbar an die Perronkante, erhöht sich die min. Durchfahrtsbreite auf 1.20 [m].

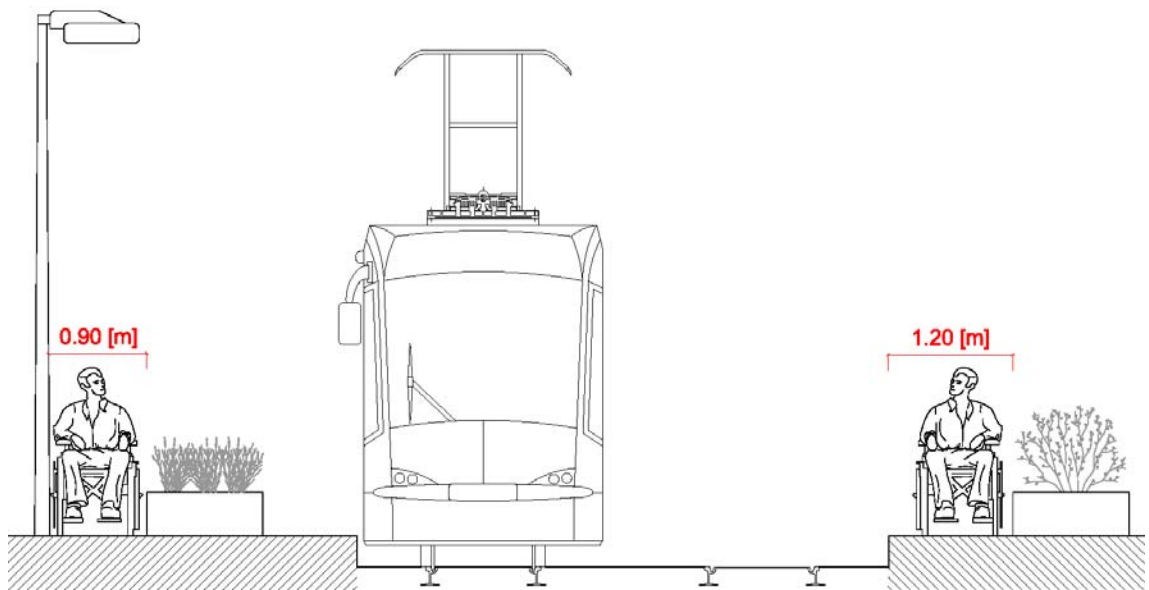


Abb. 26 – Schema Durchfahrtsbreite Rollstuhl

7.3.3. Aufmerksamkeitsfeld

An den Haltestellen ist auf der Höhe der ersten Fahrzeugtür eine taktil-visuelle Markierung (Aufmerksamkeitsfeld / Blindenquadrat) nach **VSS-Norm 640 852** anzubringen.

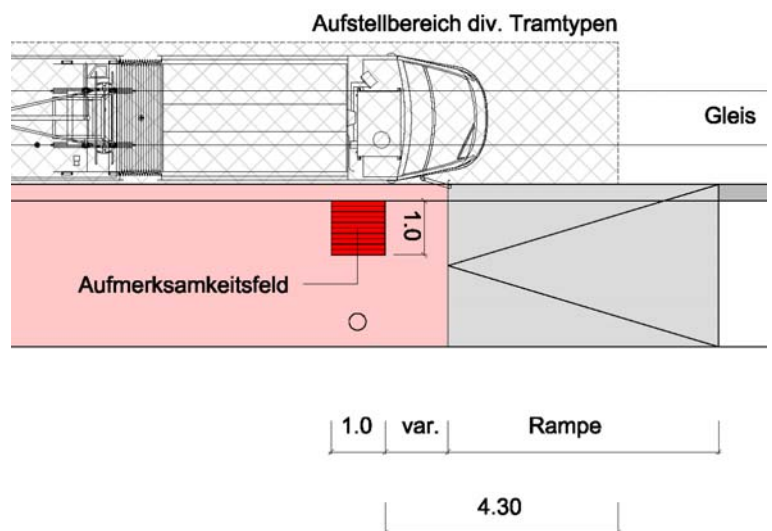


Abb. 27 – Schema Aufmerksamkeitsfeld

7.3.4. Fussgängerstreifen/ -querungen

Fussgängerstreifen/ -querungen sind generell ausserhalb des Aufstellbereiches der Tramfahrzeuge (Mindestlänge 50.00 [m]) anzuordnen. An der Kopfseite der Haltestelle beträgt der Mindestabstand zwischen Aufmerksamkeitsfeld und Fussgängerstreifen 4.30 [m].

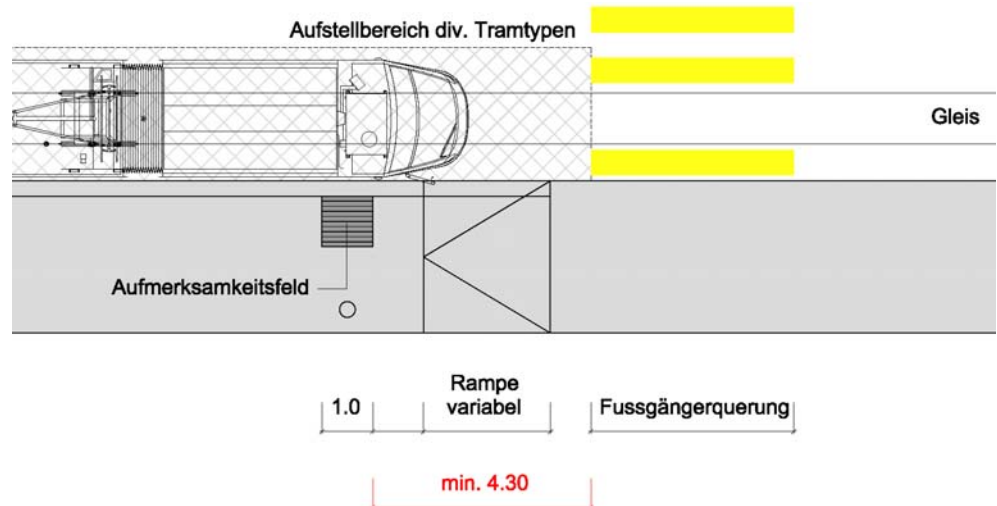


Abb. 28 – Schema Fussgängerquerung/-streifen

7.3.5. Rampenneigung

Die Rampenneigung darf bei Niveauunterschieden bis 1.50 [m] max. 6 Prozent betragen. Ist ein Höhenunterschied von mehr als 1.50 [m] zu überwinden, wird die Neigung mit max. 10 Prozent fixiert. Bei überdachten resp. beheizten Rampen erhöht sich der Wert auf 12 Prozent.

7.3.6. Quergefälle

Das Quergefälle auf Perrons darf den Wert von 2% nicht überschreiten. In Ausnahmefällen kann der Wert auf 3% erhöht werden. Idealerweise soll das Gefälle zum Gleis hin erfolgen.

7.3.7. Sonstiges

Zur Veranschaulichung der Ausführungen unter Punkt 7.3.1 - 7.3.6 sind die Normalien des Tiefbauamtes der Stadt Bern zu nutzen. Die jeweils aktuell gültigen Normen sind unter <http://www.bern-baut.ch> abrufbar.

7.4. Perronkanten

7.4.1. Allgemeines

Bei Haltestellen mit Tramverkehr ist der niveaugleiche Einstieg in das verwendete Rollmaterial zu gewährleisten. Sollten die entsprechenden Werte nicht mit verhältnismässigem Aufwand erreichbar sein, so sind nach AB-EBV Teilerhöhungen des Perrons zulässig. Diese sind innerhalb einer Strecke an allen Haltepunkten am selben Ort der Perrons anzuordnen. Die Teilerhöhung soll von Perronanfang möglichst weit nach hinten, jedoch mindestens bis und mit hindernisfreier Fläche angeordnet werden.

Eine Abtreppe der Perronerhöhung gegenüber dem übrigen Perron ist nicht zulässig. Der Übergang ist mittels Rampe mit max. 6% Neigung zu erstellen.

Der niveaugleiche Einstieg ist mit dem entsprechendem Mass gegenüber der Schienenoberkante (SOK) resp. Gleisachse bei einer Überhöhung von 0 [mm] festgelegt. Eine Überhöhung im Haltestellenbereich ist nicht erwünscht.

7.4.2. Haltestellen ohne Veloverkehr

Der Gleisachsabstand zu Perronkante beträgt in der Geraden 1.22 [m]. Die Haltekante ist mit 0.27 [m] über SOK auszubilden. Der je nach Fahrzeugtyp auftretende Spalt zur Perronkante wird mittels Schiebetritt kompensiert.

Dieser Haltestellentyp ist als Standardfall zu betrachten.

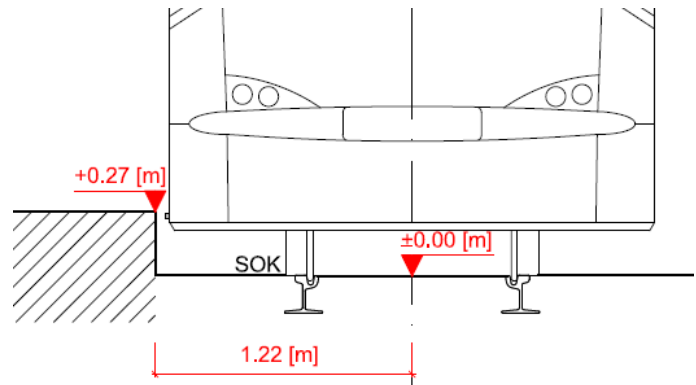


Abb. 29 – Haltekante ohne Veloverkehr (Gerade)

Bei Haltestellen, welche im Bogen angeordnet sind, beträgt der Gleisachsabstand zur Perronkante 1.40 [m]. Die Haltekante ist mit 0.27 [m] über SOK auszubilden. Der je nach Kurvenseite (Innen- resp. Aussenbogen) und Fahrzeugtyp auftretende Spalt zur Perronkante wird mittels Schiebetritt kompensiert. Haltestellen im Bogen sind mit einem Gleisachsradius $R \geq 150$ [m] zulässig.

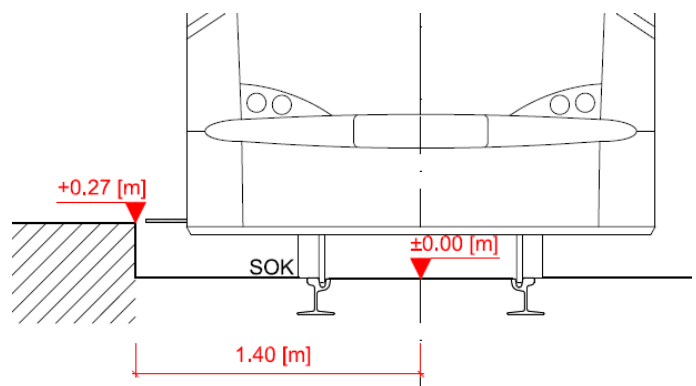


Abb. 30 – Haltekante ohne Veloverkehr (Bogen)

7.4.3. Haltestellen mit Veloverkehr

Der Veloverkehr ist nach Möglichkeit vorrangig hinter der Haltestelle vorbei zuführen. Bei Haltestellen mit an der Perronkante vorbei geführten Veloverkehr beträgt der Gleisachsabstand zur Perronkante in der Geraden sowie im Gleisbogen 1.40 [m].

Die Haltekante ist mit 0.27 [m] über SOK auszubilden. Der je nach Kurvenseite (Innen- resp. Aussenbogen) und Fahrzeugtyp auftretende Spalt zur Perronkante wird mittels Schiebetritt kompensiert.

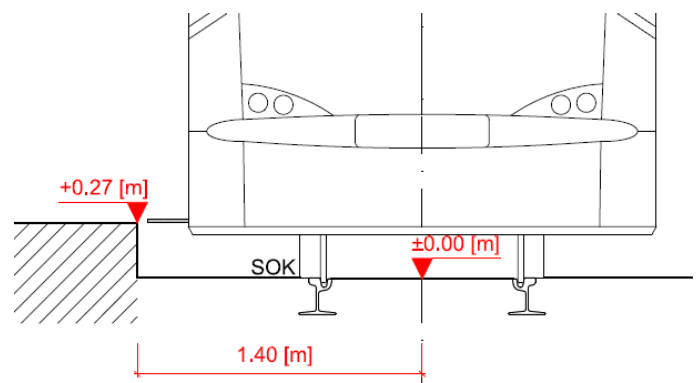


Abb. 31 – Haltekante mit Veloverkehr (Gerade+Bogen)

7.4.4. Haltestellen im Sonderfall

In Ausnahmefällen können Haltestellen mit niveaugleichem Einstieg im Stadtgebiet von Bern resp. der betreffenden Gemeinde nicht realisiert werden. Ob eine Haltestelle als Sonderfall einzustufen ist, wird durch die Stadt Bern resp. durch die betreffende Gemeinde und BERNMOBIL vorgegeben.

Die Haltekantenhöhe beträgt bei diesen Sonderfällen 0.16 [m]. Der Zugang zu den Fahrzeugen für gehbehinderte Personen erfolgt über im Fahrzeug integrierte Rampen (bei der 2. Fahrzeugtür). Die Querneigung des Perrons ist dabei zu beachten und auf die jeweilige Rampe abzustimmen. Die automatische Rampe darf dabei eine Neigung von 12%, die mechanische (Bedienung durch Fahrpersonal) eine Neigung von 18% nicht überschreiten.

Der Abstand der Perronkante zur Gleis-achse ist bei Haltestellen ohne Veloverkehr mit 1.22 [m] in der Geraden anzusetzen. Bei Haltestellen mit Veloverkehr beträgt das Mass 1.40[m].

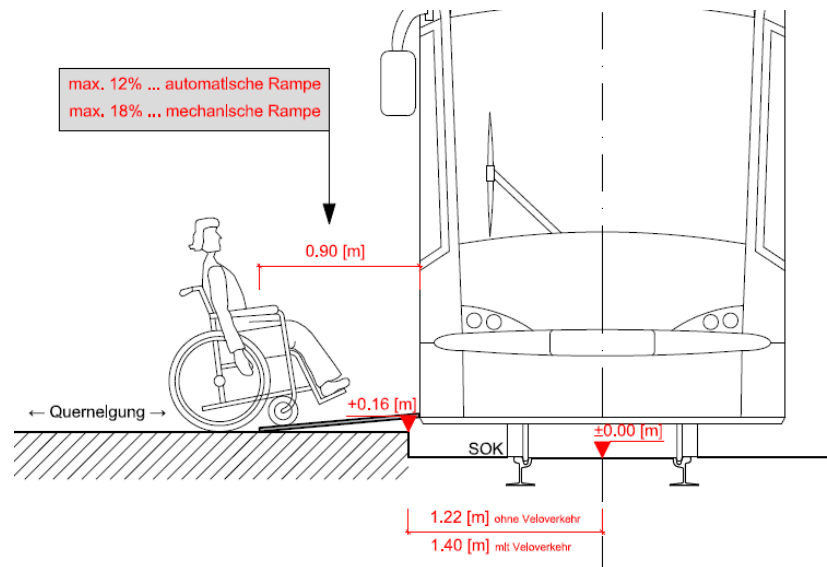


Abb. 32 – Haltekante im Sonderfall

7.4.5. Ausführung Randstein Perronkante

Haltestellen werden mit Randsteintypen gemäss den Normen des Tiefbauamtes der Stadt Bern (kurz TAB) versehen. Die jeweils aktuell gültigen Normen sind unter <http://www.bern-baut.ch> abrufbar.

Bei Haltestellen ausserhalb des Stadtgebietes von Bern und bei Kantonsstrassen ist die Ausführung des Randsteines gesondert zu betrachten und im Detail mit BERNMOBIL und dem jeweiligem Strasseneigentümer abzustimmen.

7.4.6. Sonstiges

Zur Veranschaulichung der Ausführungen unter Punkt 7.4.1 - 7.4.5 sind die Normalien des Tiefbauamtes der Stadt Bern zu nutzen. Die jeweils aktuell gültigen Normen sind unter <http://www.bern-baut.ch> abrufbar.

7.5. Haltestelleninfrastruktur

7.5.1. Mobiliar BERNMOBIL

Die jeweilige Ausstattung (Wartehalle, Billetautomat, Smartinfo, Fahrplan-Ste, Abfalleimer etc.) der einzelnen Haltestellen wird durch BERNMOBIL und der Standortgemeinde vorgegeben.

Die Standardanordnung der Haltestelleninfrastruktur ist gemäss den Normalien des Tiefbauamtes der Stadt Bern zu entnehmen. Die jeweils aktuell gültigen Normen sind unter <http://www.bern-baut.ch> abrufbar.

Die Erschliessung der Haltestelle und deren Infrastruktur durch Werke (Elektro etc.) ist mit BERNMOBIL im Detail anzuschauen.

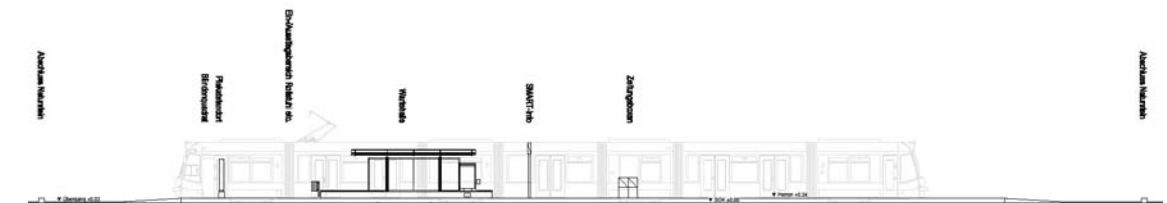


Abb. 33 – Ansicht Haltestelle

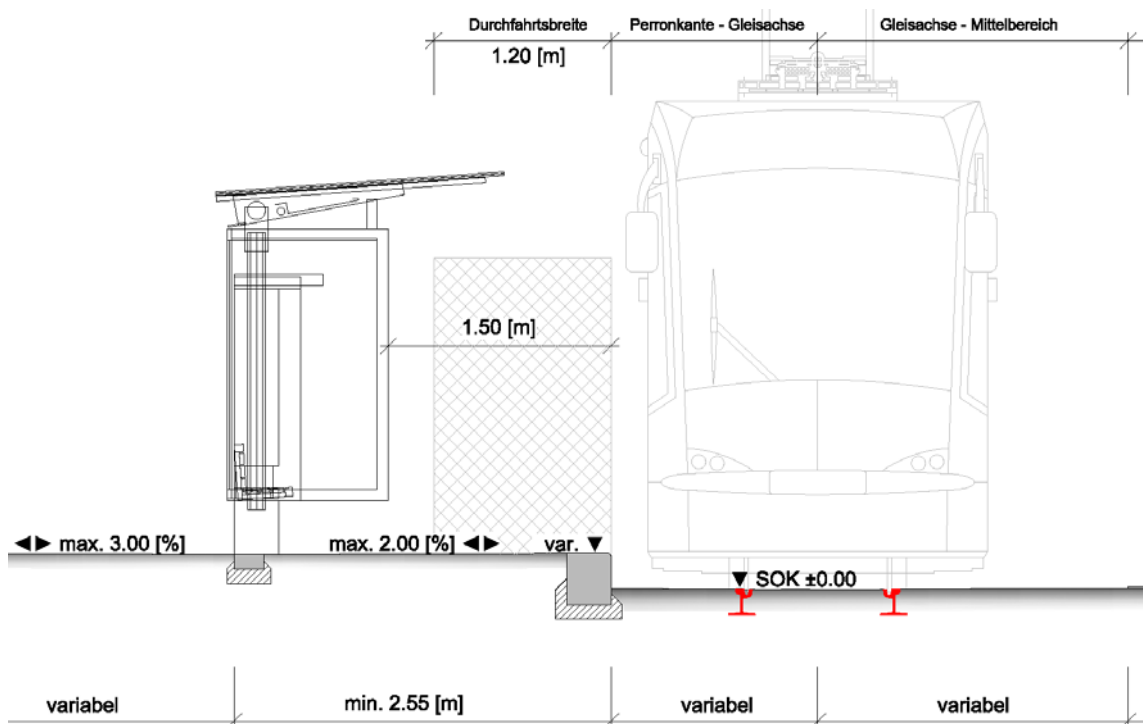


Abb. 34 – Abstand Wartehalle

7.5.2. Plakatstandorte

Plakate sind nach Möglichkeit ausserhalb des Haltestellenbereiches anzuordnen. Ist dies nicht möglich, dürfen Plakatstandorte den behindertengerechten Zugang der Haltestelle, deren Mobiliar und zu den Fahrzeugen nicht beeinträchtigen.

8. Tramersatz/ Nachtbus

Bei Störungen im Gleisnetz muss der öffentliche Verkehr mittels Tramersatz (Bus) seitens BERNMOBIL aufrechterhalten werden. Daher ist bei der Planung von Anlagen für Strassenbahnen der mögliche Tramersatz zu beachten. Dies gilt insbesondere bei der Projektierung von Haltestellen und strassenbündigen Bahnkörpern.

Einzelne Tramhaltestellen werden durch den Nachtbus (Moonliner) genutzt. Dies ist ebenfalls im Projektierungsprozess zu beachten.

In Zusammenarbeit mit BERNMOBIL ist daher die Planung des Tramersatzes resp. Nachtbusses parallel auf die Projektierung von Anlagen für Strassenbahnen durchzuführen und aufeinander abzustimmen.

9. Fahrleitung

9.1. Allgemeines

Die Anlagen (z.B. Abspannung, Querspanner, Masten etc.) der Fahrleitung sind so zu planen, dass ein ständiger Kontakt zur Stromabnahme zwischen dem Fahrdrabt und dem Tramfahrzeugpantograph gewährleistet ist. Die Fahrleitung folgt im Allgemeinen der Gleisachse. Abweichungen, insbesondere im Kurvenbereich werden innerhalb des Fahrleitungsprojektes gesondert festgelegt.

9.2. Abspannung

Eine Abspannung der Fahrleitung hat bei geraden Streckenabschnitten in Abständen von ca. 30-35 [m] zu erfolgen. Im Kurvenbereich wird der Abstand in Abhängigkeit des Kurvenradius und der Tragkonstruktion reduziert.

9.3. Fahrleitungsmasten

Fahrleitungsmasten sind nach den jeweiligen einwirkenden Kräften (dynamisch) auf maximal einseitigen Umbruch zu dimensionieren. Die Fundation erfolgt nach den Normen 2-771 bis 2-776 des Tiefbauamtes der Stadt Bern (siehe Anhang). Die jeweils aktuell gültigen Normen sind unter <http://www.bern-baut.ch> abrufbar.

Werden Masten als kombinierte Tragwerke mit Beleuchtung, LSA etc. genutzt, ist dies mit dem Strasseneigentümer und den betreffenden Werken abzustimmen.

Mit der Planung von Masten sind in den Projektplänen (Situationen) Maststempel resp. Datenboxen zu integrieren. Im Anhang ist eine Vorgabe für den Maststempel/ Datenbox beigelegt.

Mast - Nr:	
Fund. - Art:	
Fund. - Typ:	
Kern - ø:	cm
Einsatztiefe E:	cm
Differenz OKFu - SOK X:	cm
Einführungen:	
ÖB	
LSA	
BM	
Smart	
Lage der Einföhrung:	

Daten - Box:

Mast - Nr:	
Fund. - Art:	
Fund. - Typ:	
Kern - ø:	cm
Einsatztiefe E:	cm
Differenz OKFu - SOK X:	cm
Einführungen:	
<ul style="list-style-type: none"> • ÖB • LSA • BM • Smart 	
Lage der Einföhrung:	

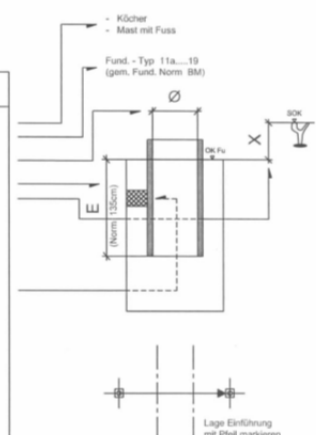


Abb. 35 – Maststempel / Datenbox

10. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 - Schema Gleiskreuzung	12
Abb. 2– Grenzlinie fester Anlagen.....	14
Abb. 3 – Sicherheitsräume ohne Gleisüberhöhung nach AB-EBV (Artikel 18, Blatt 11M).....	15
Abb. 4 – Sicherheitsräume mit Gleisüberhöhung nach AB-EBV (Artikel 18, Blatt 5M).....	16
Abb. 5 – Lichtraum Stromabnehmerbereich	17
Abb. 6 – Grenzlinie mit Gleisüberhöhung nach AB-EBV (Artikel 18, Blatt 5M)	18
Abb. 7 – Lichtraumübergang Gerade in Bogen mit Übergangsbogen	19
Abb. 8 – Lichtraumübergang Gerade in Bogen ohne Übergangsbogen	19
Abb. 9 – Lichtraumübergang Haltestelle	20
Abb. 10 – Lichtraum Trottoir / Fussgängerinseln	21
Abb. 11 – Lichtraum Bäume	21
Abb. 12 – Lichtraum benachbarte Fahrspuren.....	22
Abb. 13 – Zonen Erdung	23
Abb. 14 – Auszug aus Normalprofil Tramtrog	24
Abb. 15 – Lastangaben Tramfahrzeuge BERNMOBIL	25
Abb. 16 – Schema Grundriss Gleisentwässerung	25
Abb. 17 – Schema direkte Gleisentwässerung	26
Abb. 18 – Schema indirekte Gleisentwässerung	26
Abb. 19 – Schema Anordnung Sickerschlitze	26
Abb. 20 – Schema Anordnung Gleisanschlüsse	27
Abb. 21 – Schema Zuleitung Weichensteuerung.....	27
Abb. 22 – Schema elektronisches Schmiersystem	28
Abb. 23 – Schema Haltestellenlänge	29
Abb. 24 – Schema hindernisfreie Fläche - Lage	29
Abb. 25 – Schema hindernisfreie Fläche - Detail	30
Abb. 26 – Schema Durchfahrtsbreite Rollstuhl	30
Abb. 27 – Schema Aufmerksamkeitsfeld	30
Abb. 28 – Schema Fussgängerquerung/-streifen	31
Abb. 29 – Haltekante ohne Veloverkehr (Gerade)	32
Abb. 30 – Haltekante ohne Veloverkehr (Bogen).....	32
Abb. 31 – Haltekante mit Veloverkehr (Gerade+Bogen)	32
Abb. 32 – Haltekante im Sonderfall	33
Abb. 33 – Ansicht Haltestelle	34
Abb. 34 – Abstand Wartehalle	34
Abb. 35 – Maststempel / Datenbox.....	35

11. Quellenverzeichnis

AB-EBV

Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung

Eidgenössisches Department für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, Bern (CH)
02.07.2006

AB-VEAB

Ausführungsbestimmungen zur Verordnung über elektrische Anlagen von Bahnen

Eidgenössisches Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartment, Bern
1995

BoStrab - Trassierungsrichtlinien

Richtlinien für die Trassierung von Bahnen nach der Verordnung über den Bau und Betrieb von Strassenbahnen

Bundesministerium für Verkehr, Bonn (D)
18.05.1993

OR 14

Oberbau-Richtlinien für Bahnen im Anwendungsbereich der Verordnung über den Bau und Betrieb von Strassenbahnen (BoStrab)

Teil 14 – Weichen und Kreuzungen

Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV), Deutschland
August 2008

EAÖ

Empfehlungen für Anlagen des öffentlichen Personennahverkehrs

Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (FGSV), Arbeitsgruppe Strassenentwurf, Köln (D)
März 2003

www.bern-baut.ch

Vorgaben für die Gestaltung, Projektierung und Realisierung von Bauvorhaben im öffentlichen Raum

Tiefbauamt der Stadt Bern (TAB), Bern (CH)

VSS, SNorm 640 852

Markierungen – taktil-visuelle Markierungen für blinde und sehbehinderte Fussgänger

Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS), Zürich (CH)
01.08.2005

VSS, SNorm 671 520

Schiene-Strasse, Parallelführung und Annäherung

Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS), Zürich (CH)
Juni 2002

Richtlinien „Behindertengerechte Fusswege“

Schweizerische Fachstelle für behindertengerechtes Bauen, Zürich (CH)
Mai 2003

BehiG, Bundesgesetz über die Beseitigung von Benachteiligungen von Menschen mit Behinderungen

Die Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft, Bern (CH)
13.Juni 2006

BehiV, Verordnung über die Beseitigung von Benachteiligungen von Menschen mit Behinderungen

Der Schweizerische Bundesrat, Bern (CH)
22.Dezember 2003

VböV, Verordnung über die behindertengerechte Gestaltung des öffentlichen Verkehrs

Der Schweizerische Bundesrat, Bern (CH)
Januar 2004

VAböV, Verordnung des UVEK über die technischen Anforderungen an die behindertengerechte Gestaltung des öffentlichen Verkehrs

Das Eidgenössische Department für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK), Bern (CH)
22.Juni 2006

12. Beilagen

Kubische Parabel für Übergangsbögen BERNMOBIL

Weichenkatalog Standardweichen – Plan Nr.39.0

Normalprofil Tramtrog – Plan Nr. 37.0

Lichtraumprofil BERNMOBIL – Plan Nr. 44

Tramtrog – Anordnung im Bereich Haltestellen mit Veloverkehr – Plan Nr.17

2-771A – Eingespannte Fahrleitungs- und Kombimasten, Übersicht Fu

2-772A – Eingespannte Fahrleitungs- und Kombimasten, Fu L

2-773A – Eingespannte Fahrleitungs- und Kombimasten, Fu M1

2-774A – Eingespannte Fahrleitungs- und Kombimasten, Fu M2

2-775A – Eingespannte Fahrleitungs- und Kombimasten, Fu M3

2-776A – Eingespannte Fahrleitungs- und Kombimasten, Fu S

2-777 – Eingespannte Fahrleitungs- und Kombimasten, Übersicht Mast

Vorlage Maststempel / Datenbox