

# ÖV Planungsrollstuhl

-----  
Planungsrollstuhl für Fahrzeuge des öffentlichen Verkehrs  
Bericht

27. Oktober 2015  
Rev. 10. Dezember 2016  
30. Januar 2017



Titelbild:  
1/1-Modelle des ÖV-Planungsrollstuhls  
Linkes Bild: Variante TSI PRM  
Rechtes Bild: Variante BAV

Impressum:

Auftragnehmer:  
Berchtold Architektur  
Ruedi Berchtold - Via Principala 31 - 7014 Trin

Projektbearbeitung:  
Anton Scheidegger

## **Inhaltsverzeichnis**

1. Aufgabenstellung.....	3
2. Auf einen Blick.....	4
3. Zusammenfassung.....	5
4. Verfahren der Fahrzeugzulassung .....	9
5. Warum ein ÖV-Planungsrollstuhl?.....	11
6. Herleitung / Entwicklung des Volumenmodells des ÖV-Planungsrollstuhles .....	12
7. BAV-Planungsrollstuhl.....	18
8. Lenkeigenschaften von Rollstühlen .....	20
9. Grafisches Iterationsverfahren zur Ermittlung der Schlepp- resp. Hüllkurven.....	22
10. TSI PRM, Anlage / Appendix M - Textgegenüberstellung Deutsch - Englisch .....	24

## 1. Aufgabenstellung

Der vorliegende Bericht dient insbesondere als Interpretationshilfe der nachstehend erwähnten Europäischen Normen in Bezug zur Anwendung in der Schweiz.

Auf der Grundlage der:

- TSI PRM Ausgabe 2014, Anhang M  
Verordnung über die technische Spezifikationen für die Interoperabilität bezüglich der Zugänglichkeit des Eisenbahnsystems der Union für Menschen mit Behinderung und Menschen mit eingeschränkter Mobilität
- EN 16585-1:2017, Annex B  
Railway Applications – Design for PRM Use – Equipment and Components On Board Rolling Stock – Part 1: Toilets  
(Text in deutscher Sprache lag bei Abschluss des Berichtes noch nicht vor.)

ist ein Instrumentarium für die verschiedenen Projektphasen bei einem zu beschaffenden Schienenfahrzeug (vom 1. Layoutplan bis zur Zulassung) zu entwickeln, mit dessen Anwendung die Rollstuhlkonformität jeweils projektphasengerecht, überprüft werden kann.

Dabei ist zu differenzieren nach:

- Instrumentarium für Schienenfahrzeuge, die auf dem durch das BAV bezeichneten interoperablen Netz der Schweiz verkehren.
- Instrumentarium für Schienenfahrzeuge, inkl. Strassenbahnen, die auf Schienennetzen ausserhalb des interoperablen Netzes verkehren.

## **2. Auf einen Blick**

1. Als ÖV-Planungsrollstuhl wird in diesem Bericht ein eigens entwickeltes Volumenmodell im Massstab 1 / 1 bezeichnet, das die maximal zulässigen Abmessungen eines Rollstuhls nach TSI PRM aufweist und das Befahren von Rollstuhlbereichen in Fahrzeugen und theoretisch auch Einrichtungen des öffentlichen Verkehrs ermöglicht.  
Aufgabe der Untersuchung war es, sich auf die Fahrzeuge des Eisenbahn- und Strassenbahnverkehrs zu beschränken.
2. Dieses Befahren der Rollstuhlbereiche mit dem ÖV-Planungsrollstuhl und damit das Vollziehen der notwendigen Manöver zur Funktionserfüllung ist als zuverlässigstes und eindeutigstes Nachweisverfahren der Rollstuhlkonformität von Bewegungs- und Stellflächen nach TSI PRM zu betrachten.
3. Für die Planungsphase bei der Entwicklung von Eisenbahn- und Strassenbahnfahrzeugen des öffentlichen Verkehrs wurden massstäbliche Grundrissmodelle im Massstab 1 / 10 und 1 / 20 mit den Abmessungen, Fahr- und Manövriereigenschaften des ÖV-Planungsrollstuhles erstellt.
4. Das Befahren der Rollstuhlbereiche mit zufällig ausgewählten Personen im Rollstuhl kann die Rollstuhlkonformität von Bewegungs- und Stellflächen gemäss TSI PRM nicht nachweisen. Grund dafür ist, dass die Abweichungen bezüglich Abmessungen und Lenkverhalten von zufällig ausgewählten Rollstühlen zum TSI PRM-Rollstuhl nicht bekannt sind.

### **3. Zusammenfassung**

Die TSI PRM und deren ausführende Europäische Norm „EN 16585-1:2017: Toilets“ definieren ein detailliertes ÖV-Rollstuhlvolumenmodell und dessen Lenkcharakteristik.

Die TSI PRM und deren ausführende Europäische Normen geben einerseits Flächenvorgaben (Länge / Breite / Höhe) als Planungsdaten für den Rollstuhlbereich vor wie:

- Rollstuhlstellplatzabmessungen
- Manövrierflächen (Wendekreis, „turning circle“)
- Durchfahrtsbreiten bei 90° Richtungsänderungen, welchen kein Wendekreis für Rollstühle einbeschrieben ist.
- Durchfahrtsbreiten in Kombination mit Handläufen.

**Das zuverlässigste und eindeutigste Nachweisverfahren  
der  
Rollstuhlkonformität von Bewegungs- und Stellflächen nach TSI PRM  
ist das  
Durchfahren der Rollstuhlbereiche mit dem  
Vollziehen der notwendigen Manöver zur Funktionserfüllung  
mit dem ÖV-Planungsrollstuhl.**

**Diese Form der Nachweiserbringung eines Teiles der Rollstuhlkonformität ist in der derzeit geltenden TSI PRM-Normierung und den ausführenden Europäischen Normen (EN) nicht vorgesehen.**

**Daher kann derzeit nicht abgeleitet werden, wie bei Widersprüchen zwischen Flächenvorgaben der TSI PRM und den ausführenden EN-Normen und dem aus dem Befahren und Manövrieren mit dem ÖV-Planungsrollstuhl resultierenden Platzbedarf vorzugehen ist.**

Das **Rollstuhlvolumenmodell im Massstab 1 / 1** (Abb. 1) kann zwischen den zwei Basisvarianten mit identischen Grundrissabmessungen

- TSI PRM, für interoperables Normalspurnetz
  - BAV (AB-EBV) für Schienennetz ausserhalb des interoperablen Netzes (Eisenbahn-Meterspur und Strassenbahnen)
- umgebaut werden.

Die Höhe des öV-Planungsrollstuhles wurde auf 950 mm beschränkt, um beim Befahren von Objekten die Übersicht wahren zu können.

Auf Seite 7 ist mit Abb. 1 das detaillierte Massblatt (Grundrissaufsicht und Seitenansichten) des ÖV-Planungsrollstuhles dargestellt, ergänzt durch die Isometriedarstellung der Variante TSI PRM und Variante BAV.

Um bereits in einem frühen Planungsstadium (Grundrisslayout und Schnitte) die Rollstuhlkonformität nachweisen zu können, gibt es je zwei **fahrbare Grundrissmodelle im Massstab 1 / 10 und 1 / 20** (Abb. 2). Diese Modelle sind je mit einem Radpaar versehen, damit die Lenkcharakteristik und Fahrcharakteristik bei den Manövern einbezogen wird.

Entwickelt wurde auch ein **grafisches Iterationsverfahren** zur Ermittlung der Schlepp- resp. Hüllkurven des ÖV-Planungsrollstuhles, mit dessen Anwendung im Stadium des Planlayouts die Befahrbarkeit der Rollstuhlflächen simuliert werden kann.

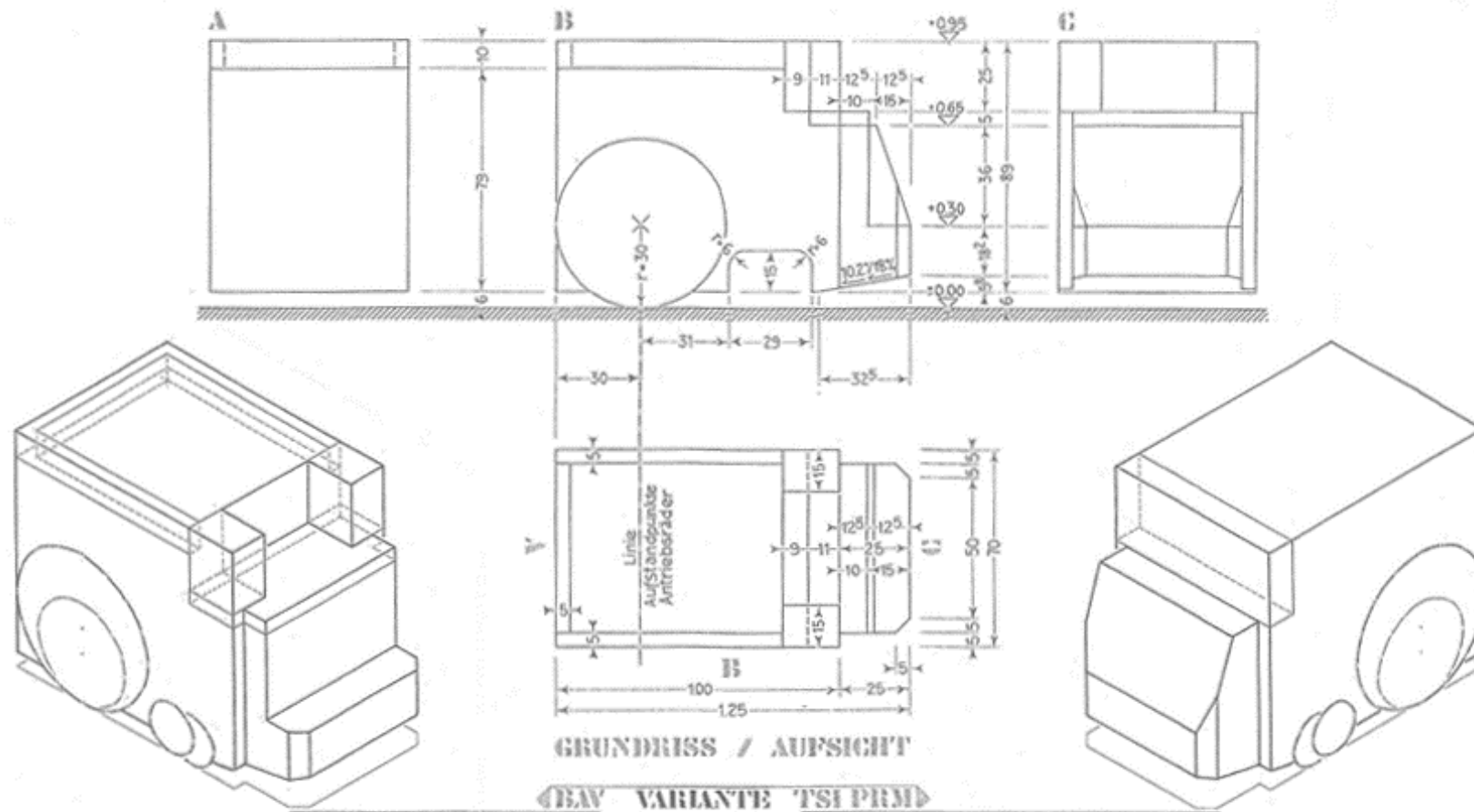


Abb. 1  
 Massblatt des ÖV-Planungsrollstuhls nach TSI PRM und EN 16585-1:2017, ergänzt mit zwei Isometrien  
 Links: BAV-Modul  
 Rechts: TSI PRM-Modul

Ein Vokabular der in den Abbildungen enthaltenen deutschen Begriffe befindet sich auf der letzten Seite dieses Dokuments



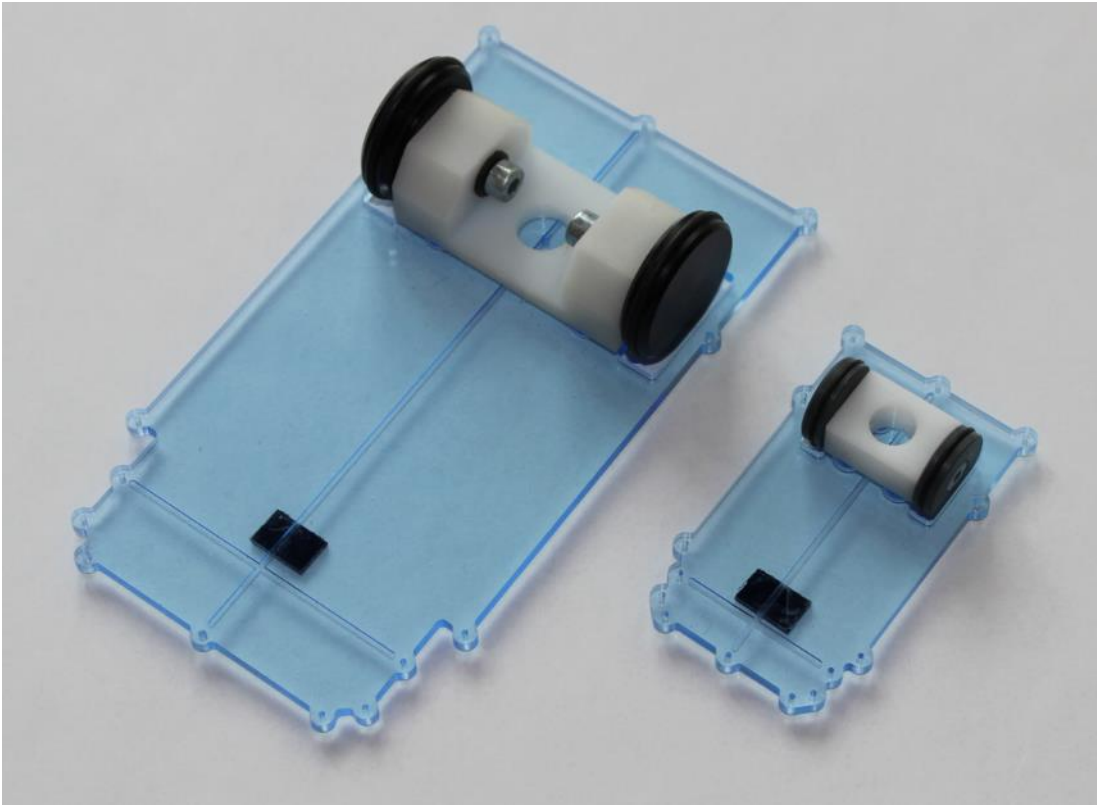


Abb. 2  
Fahrbare Grundrissmodelle; links Massstab 1/10, rechts 1/20.

#### 4. Verfahren der Fahrzeugzulassung

Es wird unterschieden zwischen Fahrzeugen die dem interoperablen Schienenverkehr zugeordnet sind, und solchen, die nicht auf interoperablen Netzen verkehren. Für die Fahrzeuge, die auf den schweizerischen interoperablen Strecken (= quasi alle zusammenhängenden Normalspurnetze der Schweiz) verkehren, ist die Prüfinstanz ein Notified Body (NoBo), welcher eine Prüfbescheinigung ausstellt, auf deren Grundlage die Zulassung erfolgt.

Bei Fahrzeugen, die nicht auf interoperablen Strecken verkehren, muss die Rollstuhlgerichtigkeit wie bisher durch die Gesuchstellerin schriftlich erklärt werden. Sie wird vom BAV stichprobenartig und neu in der Regel mittels des BAV-Rollstuhlvolumenmodels geprüft. Es besteht keine Prüfbescheinigungspflicht.

#### Gesetzgeberische Ebene

Zwischen der schweizerische Gesetzgebung und den europäischen Vorgaben besteht im Grundprinzip der Benutzbarkeit durch Personen im Rollstuhl ein wesentlicher Unterschied:

#### EU

Die **Zugänglichkeit** des interoperablen öffentlichen Schienenverkehrs für Personen im Rollstuhl ist in der TSI PRM und den zugehörigen EN Ausführungsbestimmungen geregelt, und **erlaubt** beim Fahrzeugzugang grundsätzlich auch eine Konzeption, die **Hilfestellung durch Drittpersonen** erforderlich macht, wie Liftbedienung, Rampen bis 18% Steigung.

#### CH

Der Autonomie insgesamt und der autonomen Benützung des öffentlichen Verkehrs im Speziellen wird in der schweizerischen Gesetzgebung und Rechtsprechung ein hoher Stellenwert beigemessen.

Die **selbständige Nutzung** des öffentlichen Verkehrs durch Personen im Rollstuhl ist in der VbÖV geregelt.

Die ausführenden Bestimmungen zur TSI PRM und die relevanten ausführenden Europäischen Normen (EN) werden mit der Revision der VbÖV und der AB-EBV per 1.7. 2016 ins schweizerische Bundesrecht aufgenommen.

Das bisher angewendete Kriterium der **selbständigen autonomen Nutzung wird beibehalten** und nicht durch den Begriff der Zugänglichkeit im europäischen Sinne ersetzt. Das BAV hat hierzu der Europäischen Kommission eine NNTV (national notifizierte technische Vorschrift) zur TSI PRM angemeldet.

Die selbständige Nutzung setzt voraus, dass die Personen im Rollstuhl, die sich im öffentlichen Raum selbständig bewegen können, öV-Fahrzeuge, auch den „niveaugleichen Einstieg“, grundsätzlich ohne Hilfestellung durch Drittpersonen (Private oder öV-Personal) benutzen können. Dies erfordert den „niveaugleichen Einstieg“ gemäss Ziffer 2.3 TSI PRM als Normalfall.

Abweichungen davon sind lediglich im Rahmen des Verhältnismässigkeitsprinzips möglich und bedürfen einer Interessenabwägung und Bewilligung durch das BAV.

Unterscheidung zwischen TSI PRM-Normierung und Normierung im Bauwesen im Allgemeinen bezüglich der Rollstuhlgerichtigkeit:

<p>TSI PRM-Normierung bei öV-Schiene-fahrzeugen Europäische Normierung und länderspezifische Normierungen</p>	<p>Normierung im Bauwesen Länderspezifische Normierung</p>
<p>Es werden Flächenvorgaben bezüglich Form, Grösse und Durchfahrtsbreiten vorgegeben, als auch die Volumetrie eines Referenzrollstuhles und indirekt dessen Lenkeigenschaften</p>	<p>Der Flächenbedarf für jeweilige Tätigkeiten wird vorgegeben. Rollstuhl-abmessungen (Länge und Breite) sind informativ. (z.B. BS 8300:2009+A1:2010; ISO 21542:2011; SIA 500</p>

## 5. Warum ein ÖV-Planungsrollstuhl?

In Schienenfahrzeugen können, bedingt durch die Restriktionen bezüglich ihrer äusseren und inneren Volumetrie, in der Regel die eher grosszügig dimensionierten Flächenvorgaben aus dem Baubereich nicht umgesetzt werden.

Bisher erfolgte die Prüfung betr. Rollstuhlgängigkeit in der Schweiz vielfach unter Einbezug der Behindertenorganisationen, die Personen im Rollstuhl delegierten, die die Befahrbarkeit der Räumlichkeiten testeten.

Dies entspricht einem Zufallsverfahren. Die Vielfalt der im Angebot stehenden Rollstühle ist gross. Das REHADAT-Verzeichnis umfasst für Deutschland mehr als 550 Rollstuhltypen, welche wiederum bedingt durch die personenspezifische Anpassungen beim gleichen Typen, in den Abmessungen variieren können.

**Flächenermittlungen mit dem ÖV-Planungsrollstuhl bedeuten, dass Personen im Rollstuhl die entsprechenden Funktionen nutzen können, wenn sie sich innerhalb dieser Flächen bewegen können.**

D.h. die **Grundrissabmessungen** (Fussabdruck) und die **Manövrierfähigkeit**, primär bestimmt durch die Lage der Antriebs- Steuerräder, **bilden eine** sich gegenseitig beeinflussende **Rollstuhleinheit**.

Diese **Rollstuhleinheit bildet zusammen mit der im Rollstuhl sitzenden Person die Systemeinheit Mensch-Rollstuhl**. Diese Systemeinheit muss sich im Raum der Flächenermittlung mit dem ÖV-Planungsrollstuhl bewegen können, ohne dass einzelne Subelemente /-kriterien auf die Einhaltung der TSI PRM-Norm Abmessungen überprüft werden.

## 6. Herleitung / Entwicklung des Volumenmodells des ÖV-Planungsrollstuhles

### TSI PRM, Anhang M

Im Folgenden werden nur die für das Volumenmodell relevanten Daten aus dem Anhang M aufgeführt. Den vollständigen Text mit detaillierteren Spezifikationen aus den EN 16585-1:2017 siehe Anhang.

#### M.2 Merkmale

##### Technische Mindestanforderungen

##### Grundlegende Abmessungen

- Breite\* 700 mm ① zuzüglich 50 mm an jeder Seite für die Hände bei Fortbewegung
- Länge\* 1 200 mm ② zuzüglich 50 mm ② für die Füße

\* Sollte bei der Länge und der Breite nicht analog zum Abschnitt „Höhe“ das Wort „höchstens“ oder „maximal“ vor die Zahl gesetzt werden?

##### Höhe

- Höchstens 1 375 mm ③ einschliesslich eines männlichen Rollstuhlfahrers (95. Perzentil)

##### Überwindbare Hindernishöhe und Bodenfreiheit

- Bei einem Steigungswinkel von 10° muss die Bodenfreiheit für die Vorwärtsfahrt am Ende der Steigung mindestens 60 mm (unter der Fussstütze) betragen

Dieser Text der deutschsprachigen Fassung der TSI PRM hilft nicht weiter. Richtigerweise müsste es heissen: «Die Fussauflage muss einen Steigungswinkel von 10° aufweisen, damit die Vorwärtsfahrt (Rampenauf- oder -abfahrt) über einen Gefällsbruch von 170° (180° minus 10°) möglich ist.

- \*\* ⑤ Das Mass von 330 mm in Abb. 2 entspricht der beschuhten Fusslänge eines 95- Perzentil-Mannes.

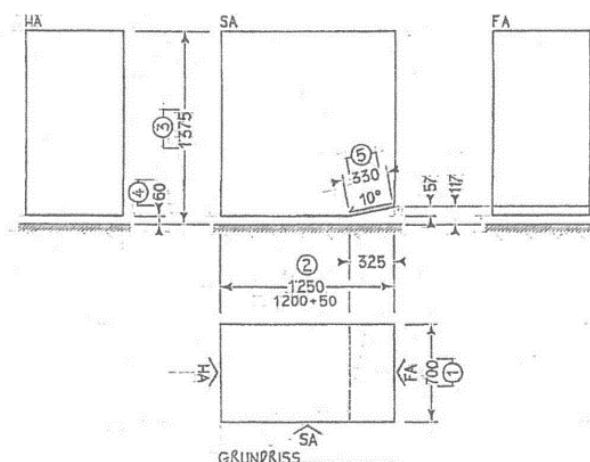


Abb. 3

Basisdimensionen des besetzten Rollstuhles gemäss TSI PRM, Anhang M

*Ein Vokabular der in den Abbildungen enthaltenen deutschen Begriffe befindet sich auf der letzten Seite dieses Dokuments*

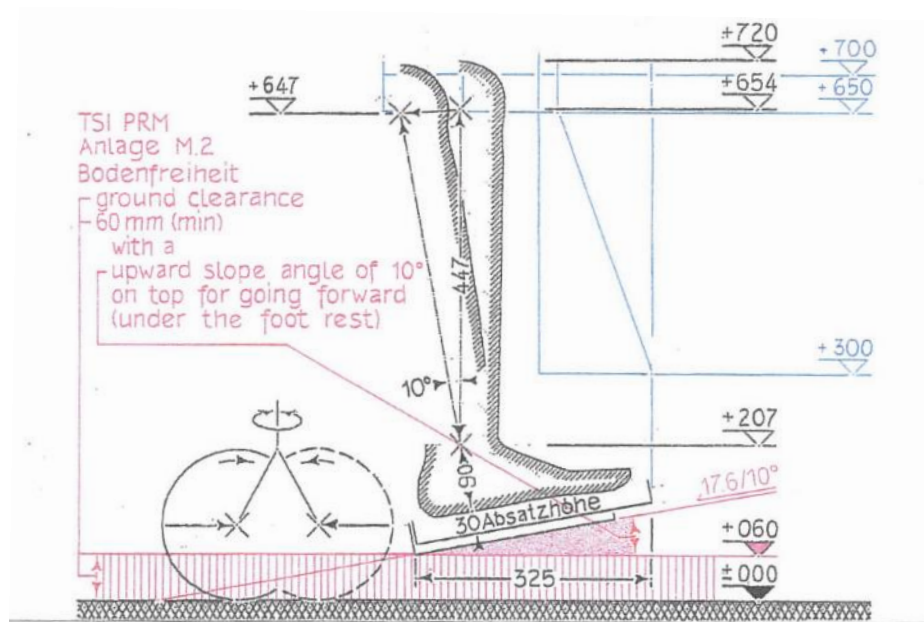


Abb. 4  
Bodenfreiheit 60 mm ④ und Fussauflage mit Neigungswinkel 10° ⑤

*Ein Vokabular der in den Abbildungen enthaltenen deutschen Begriffe befindet sich auf der letzten Seite dieses Dokuments*

### **EN 16585-1:2017: Toilets, Annex B, B.1**

In diesem Anhang wird die Basisdimensionen des besetzten Rollstuhls gemäss TSI PRM, Anhang M zu einem differenzierteren Modell weiterentwickelt.

Es enthält Modifikationen im Fuss- und Kniebereich und als Grundlage der Ermittlung der Manövrierfähigkeit wird die Lage der Antriebsradachse und damit der Aufstandspunkte der Räder definiert.

Angaben zur Bodenfreiheit sind nicht enthalten, sondern es ist nur in den Bereichen Front und Rückseite, im Übergang Bodenfläche zum Rollstuhlvolumen, ein Übergangskeil in Form eines rechtwinkligen Dreiecks mit einer Schenkellänge von 50 mm eingezeichnet.

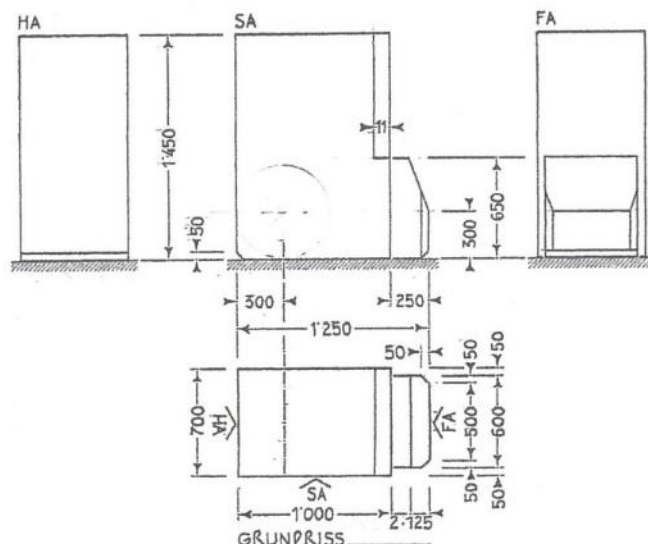


Abb. 5

Volumenspezifikation des besetzten Rollstuhles gemäss EN 16585-1:2017: Toilets, Anhang B, Absatz B.1.

Diese Darstellung eines Übergangskeiles kann dahingehend interpretiert werden, dass in der Universaltoilette der Übergang vom Boden zur Wand nicht rechtwinklig erfolgen muss, sondern abgeschrägt oder ausgerundet ausgeführt werden darf.

*Ein Vokabular der in den Abbildungen enthaltenen deutschen Begriffe befindet sich auf der letzten Seite dieses Dokuments*

### ÖV-Planungsrollstuhl

Abb. 6 enthält eine Plandarstellung mit Grundriss und Ansichten der Synthese aus den beiden Vorgaben der TSI PRM und der EN 16585-1:2017.

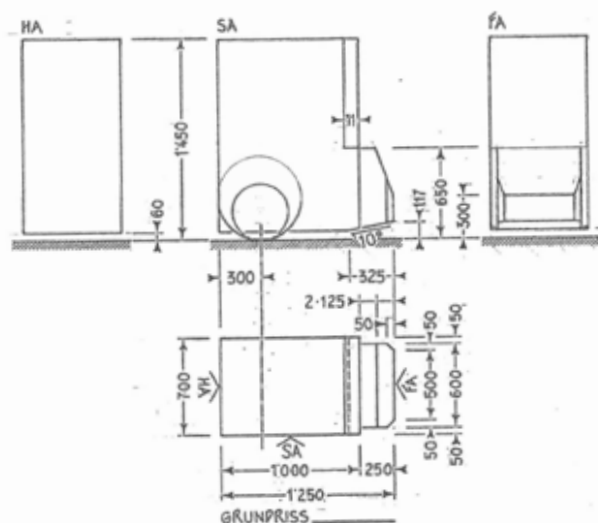


Abb. 6

ÖV-Planungsrollstuhl gemäss TSI PRM und EN 16585-1:2017

*Ein Vokabular der in den Abbildungen enthaltenen deutschen Begriffe befindet sich auf der letzten Seite dieses Dokuments*

Auf dieser Grundlage erfolgte die Weiterentwicklung zu einem reellen Volumenmodell im Massstab 1 / 1, mit welchem gebaute 1 / 1 Raumsituationen (Maquettes, Fahrzeuge) bezüglich der Rollstuhlkonformität von Bewegungs- und Stellflächen zweifelsfrei geprüft werden können. Die Rollstuhlkonformität von Rampenneigungen wird separat geprüft.

Bei dieser Weiterentwicklung wurde die Höhe von 1 450 mm auf 950 mm reduziert, da oberhalb dieser Höhe die sitzende Person nicht eine Breite von 700 mm erfordert (unbekleidete Schulterbreite eines 95 Perzentil Mannes = 506 mm), keine festen Elemente seitens des Rollstuhles (z.B. Rückenlehne) zu erwarten sind. andererseits oberhalb dieser Höhe in der Regel keine Einkragungen von Objekten seitens der Möblierung zu erwarten, die nicht schon auf einem Niveau tiefer als 950 mm ihren Ursprung haben. Die Höhe von 950 mm hat aber auch einen praktischen Grund: Beim manövrierenden Umherschieben des Planungsrollstuhles kann das Volumina überblickt werden.

Das 1 / 1-Modell des ÖV-Planungsrollstuhles kann zum Modul „TSI PRM“ und Modul „BAV“ konfiguriert werden.



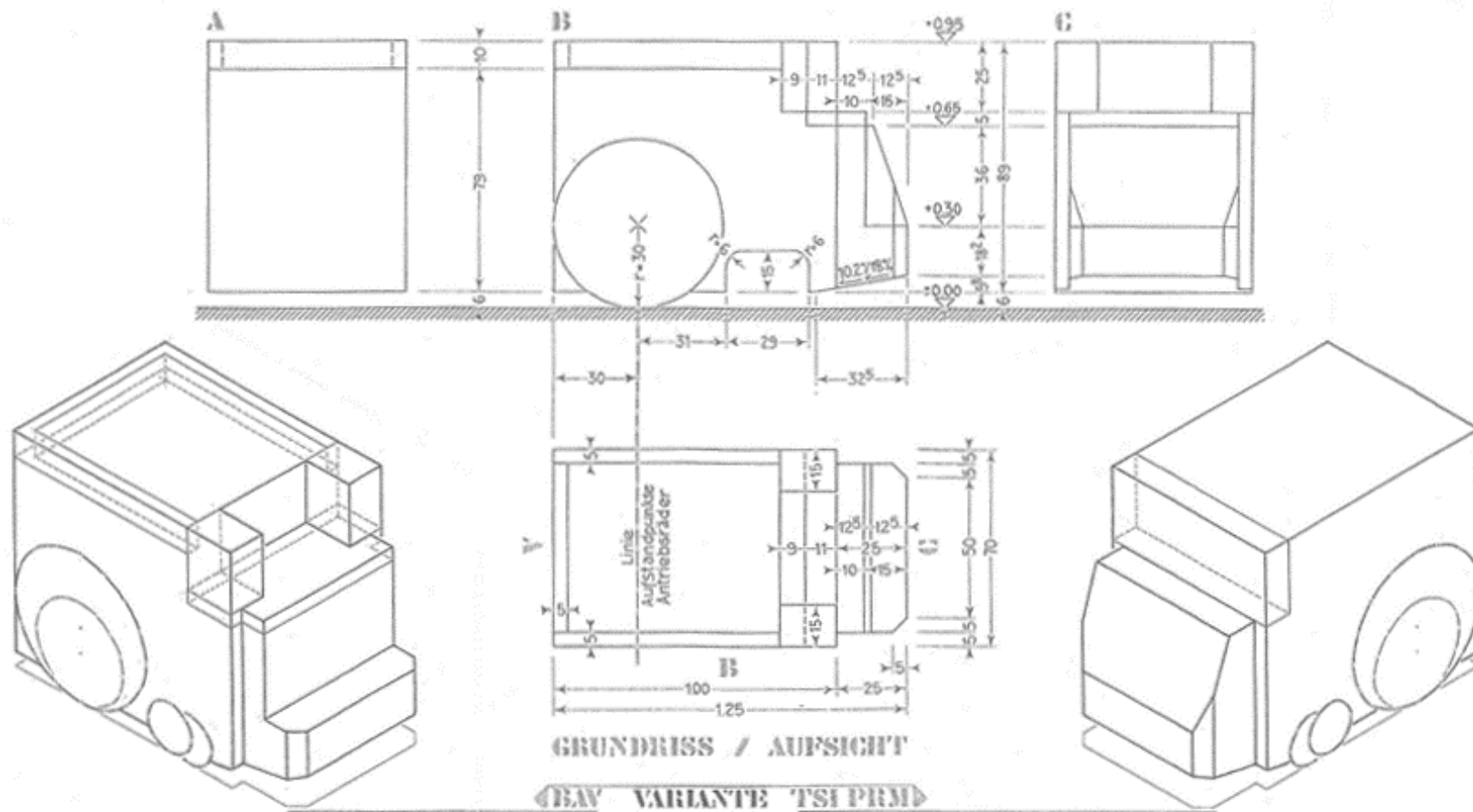


Abb. 7  
 Massblatt des ÖV-Planungsrollstuhls nach TSI PRM und EN 16585-1:2017, ergänzt mit zwei Isometrien  
 Links: BAV-Modul Rechts: TSI PRM-Modul

*Ein Vokabular der in den Abbildungen enthaltenen deutschen Begriffe befindet sich auf der letzten Seite dieses Dokuments*

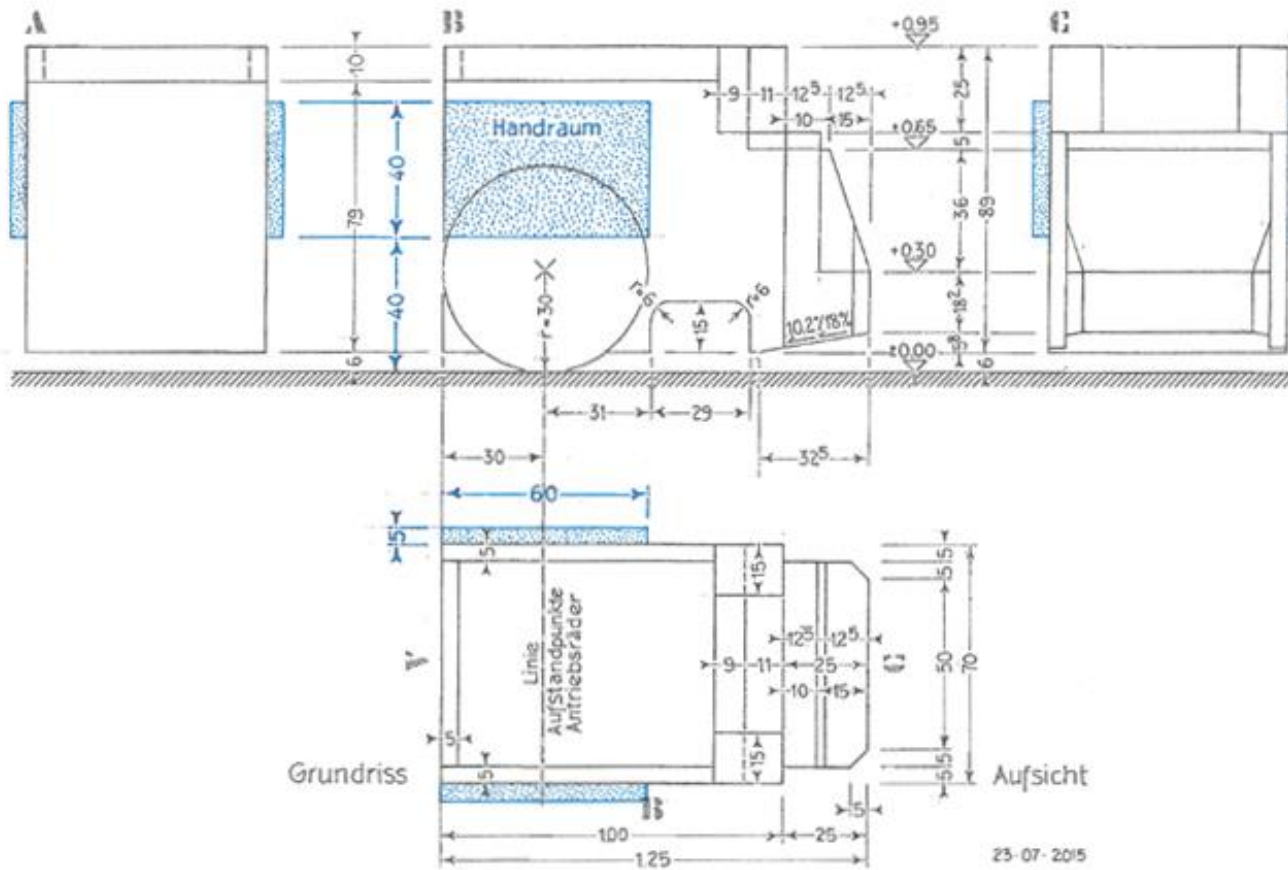


Abb. 8  
 Massblatt des ÖV-Planungsrollstuhls nach TSI PRM und EN 16585-1:2017, ergänzt mit den beidseitigen Handräumen (blau) zur Fortbewegung von selbstfahrenden Personen in Handrollstühlen

*Ein Vokabular der in den Abbildungen enthaltenen deutschen Begriffe befindet sich auf der letzten Seite dieses Dokuments*

## 7. BAV-Planungsrollstuhl

Die Variante des BAV-Planungsrollstuhles unterscheidet sich von der Variante ÖV-Planungsrollstuhl in den folgenden Punkten:

		TSI PRM	BAV
Unterfahrbarkeit im Vorderfussbereich	Tiefe	keine	150 mm (1)
	Höhe		300 mm (1)
Unterfahrbarkeit im Kniebereich	Höhe	650 mm	700 mm (1)
	ab Fussvorderkante		250 mm (1)
Unterfahrtiefezusatz im Kniebereich für Stellplatz an Tisch	Tiefe	110 mm	200 mm
Unterfahrbarkeit bei Handläufen an Stellplätzen in Multifunktionsbereichen	ab Höhe	keine	850 mm
	Tiefe		50 mm

- (1) Die Unterfahrbarkeit mit diesen Elementen darf auch bei Bewegungsflächen angewendet werden

Die Begründung dieser Abweichungen zum Zwecke der Reduktion der Abmessungen für Bewegungs- und Manövrierflächen liegen primär in den geringeren Fahrzeugabmessungen im Schmalspurbereich.

Mit der Unterfahrbarkeit im Fussbereich können Sitzflächenbereiche ohne unmittelbare Bodenabstützung unterfahren werden.

Mit der Unterfahrbarkeit im Kniebereich können Grundrissprojektionsflächen von Handläufen und Tischteilflächen unterfahren werden.

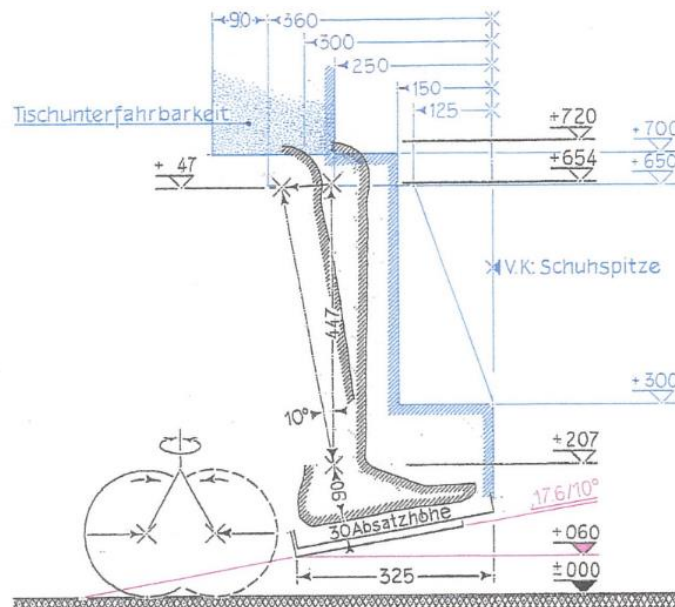


Abb. 9  
Bereiche der Knie- und Vorderfussunterfahrbarkeit beim BAV-Planungsrollstuhl

Ein Vokabular der in den Abbildungen enthaltenen deutschen Begriffe befindet sich auf der letzten Seite dieses Dokuments

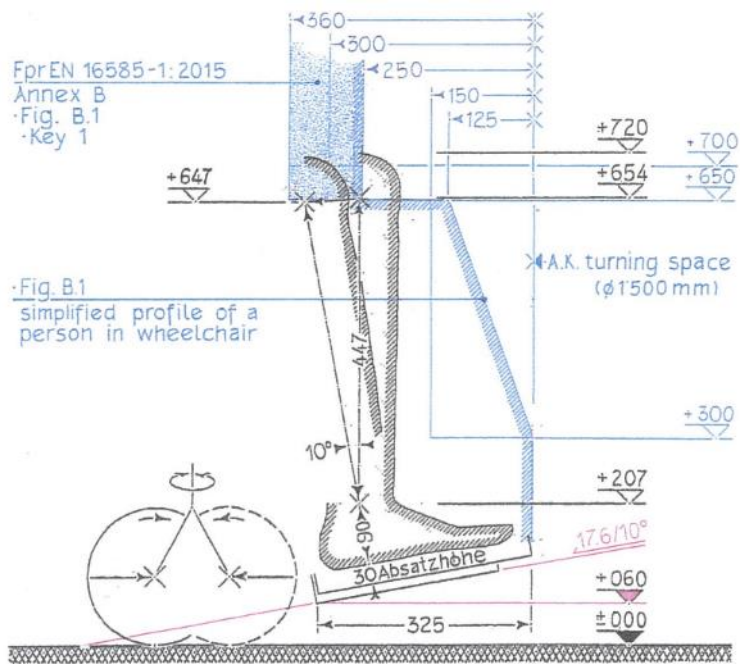


Abb. 10

Unterfahrbarkeit im Kniebereich gemäss TSI PRM und EN 16585-1:2017

*Ein Vokabular der in den Abbildungen enthaltenen deutschen Begriffe befindet sich auf der letzten Seite dieses Dokuments*

## 8. Lenkeigenschaften von Rollstühlen

### Auf einen Blick

1. Der TSI PRM-Normierung bezüglich Bewegungs- und Stellflächenbeanspruchung liegt der indirekt gelenkte Rollstuhl mit passiv frei schwenkenden Lenkrädern (360°) zu Grunde.
2. Der Drehpunkt des Rollstuhles (indirekt gelenkt) liegt immer auf der Grundrissgeraden, definiert durch die zwei Aufstandspunkte, die identisch mit den Radmittelpunkten der Antriebsräder sind.
  - Liegt der **Drehpunkt zwischen den beiden Rädern**, d.h. die Antriebsräder drehen sich in Gegenrichtung, so spricht man von einem **Drehen am Ort**, auch als „Panzerdrehung“ bezeichnet.
  - Liegt der **Drehpunkt ausserhalb der Räder** aber auf der verlängerten Aufstandslinie und drehen die Räder mit unterschiedlichen Drehzahlen, so **fährt der Rollstuhl eine Kurve**.

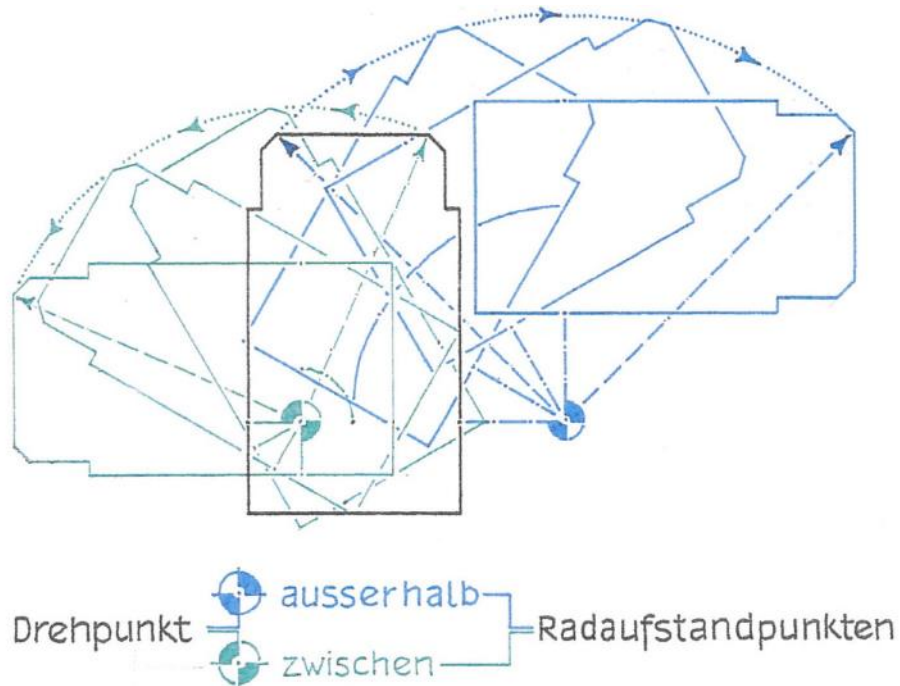


Abb. 11

Zwei 90°-Drehungen jeweils mit Drehpunkt auf der Geraden definiert durch die Radaufstandspunkte der Antriebsräder. Drehpunkt einmal zwischen den Antriebsrädern (grün) und ausserhalb der Antriebsräder (blau)

*Ein Vokabular der in den Abbildungen enthaltenen deutschen Begriffe befindet sich auf der letzten Seite dieses Dokuments*

Grundsätzlich unterscheidet man bei den Lenkeigenschaften von Rollstühlen zwischen drei Typen:

- Indirekt gelenkte Rollstühle
- Direkt gelenkte Rollstühle
- Indirekt gelenkte Rollstühle mit begrenztem Lenkrädereinschlag

- Indirekt gelenkte Rollstühle:  
Die Steuerung erfolgt über die Antriebsräder, welche unabhängig voneinander mit unterschiedlichen Drehzahlen bis zu gegenrichtigen Drehrichtungen angesteuert werden können.  
Die „Lenkräder“ sind passiv, 360° frei schwenkend. Sie haben nur die Funktion von Stützrädern. d.h. sie werden nicht aktiv.  
Die Antriebsräder können hinten, mittig oder vorne sein.
- Direkt gelenkte Rollstühle (Beispieltyp: Scooter):  
Die Lenkung erfolgt in der Regel durch einen Lenker über ein Lenkgestänge auf die Vorderräder oder über einen Lenkmotor, die die Ausrichtung der Lenkräder steuern. Der Lenkwinkel resp. Radeinschlag ist bei beiden Varianten begrenzt. Dies hat zur Folge, dass gegenüber indirekt gelenkten Rollstühlen grössere Manövrierflächen beansprucht werden.
- Indirekt gelenkte Rollstühle mit begrenztem Lenkrädereinschlag:  
Diese Kategorie muss aus Gründen der Manövrierflächenbeanspruchung den direkt gelenkten Rollstühlen zugeordnet werden.

Die Lage der Antriebsräder in der Rollstuhllängsrichtung hat bei identischen Grundrissabmessungen einen direkten Einfluss auf die beanspruchten Manövrierflächen.

In der folgenden Abbildung 12 ist dies am Beispiel von 360°-Rollstuhldrehungen bei drei theoretischen Antriebsrädern dargestellt. Dargestellt sind sogenannte „Panzerdrehungen“. D.h. der Drehpunkt liegt innerhalb des Rollstuhlgrundrisses, mittig zwischen den beiden Antriebsrädern und ergibt somit den minimalen Kreisradius für eine 360°-Drehung in „einem Zug“.

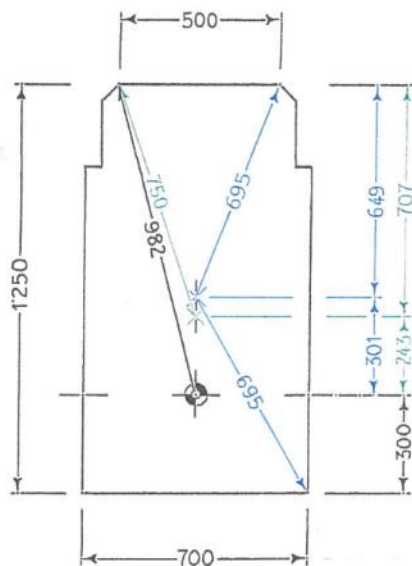


Abb. 12  
360°-Drehkreisradien für „Panzerdrehungen“  
als Funktion der Lage der Antriebsräder

Schwarz:  $r = 982 \text{ mm}$   
TSI PRM-Planungsrollstuhl

Grün:  $r = 750 \text{ mm}$   
Notwendige Lage der  
Antriebsräder für Drehung im  
„TSI PRM-„turning circle“

Blau:  $r = 695 \text{ mm}$   
Notwendige Lage der  
Antriebsräder für minimalste  
Drehkreisabmessung

## 9. Grafisches Iterationsverfahren zur Ermittlung der Schlepp- resp. Hüllkurven

Genauigkeit des Verfahrens resp. dessen Reproduzierbarkeit:

1. Das Verfahren erzeugt beliebig bestimmte Punkte eines Rollstuhlgrundrisses, die zu einer Kurve verbunden werden können.
2. Je kürzer die iterativen Schritte sind, desto genauer ist das Resultat. Wir empfehlen eine Schrittlänge von  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{3}$  der massgebenden Basislänge des Planungsrollstuhles. Im Bild ist dies mit dem Symbol  $IP_0 A_0I$  bezeichnet (s. nachfolgende Erläuterungen "Ausgangsposition").

### Ausgangsposition, Abbildung 13

- Rollstuhlgrundriss mit den Punkten  $P_0$  und  $A_0$ 
    - $P$  als Führungspunkt für die Bewegung
    - $A$  Punkt auf der Achse der Antriebsrädere aufstandpunkte
    - beide Punkte im Beispiel auf der Rollstuhllängsachse\*
    - die Strecke zwischen den Punkten  $P_0$  und  $A_0$  wird mit  $IP_0 A_0I$  bezeichnet
1. Schritt  
 $P_0$  nach  $P_1$  verschieben
    - Annahme: Kurvenfahrt (stetige Richtungsänderung, in jedem Punkt gibt es eine Tangente, aber mit andere Tangentsteigung), nicht geradlinig.
  2. Schritt
    - Legen einer Geraden durch die Punkte  $P_1$  und  $A_0$
  3. Schritt
    - Auf der Geraden  $P_1 A_0$  in  $P_1$   $IP_0 A_0I$  abtragen =  $A_{X1}$
  4. Schritt
    - Auf der Geraden  $IA_{X1} A_0I$  Mittelsenkrechte konstruieren und mit  $IP_0 A_0I$  schneiden = Punkt  $S_{MS1}$
  5. Schritt
    - Gerade durch die Punkte  $P_1$  und  $S_{MS1}$
  6. Schritt
    - Auf der geraden  $P_1 S_{MS1}$  in  $P_1$   $IP_0 A_0I$  abtragen =  $A_1$
  7. Schritt
    - $IP_1 A_1I$  = neue Ausgangsposition
  8. Schritt
    - Analog Schritt 1:  $P_1$  nach  $P_2$
    - usw. siehe Abbildung 14

\* Die Rollstuhllängsachse ist nicht eine zwingende Annahme zwingend ist aber die Lage des Punktes  $A$  auf Antriebsrädere achse

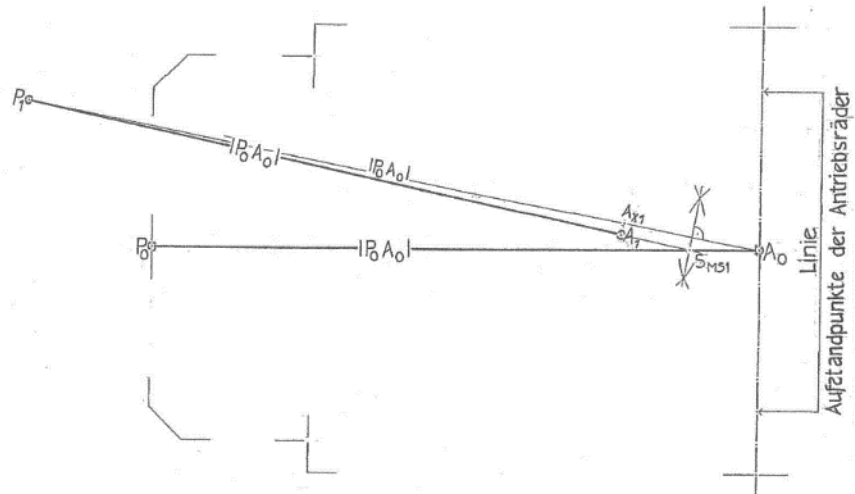


Abb. 13  
Prinzip des grafisch-iterativen Schleppkurvenverfahrens in den Schritten 1 bis 7

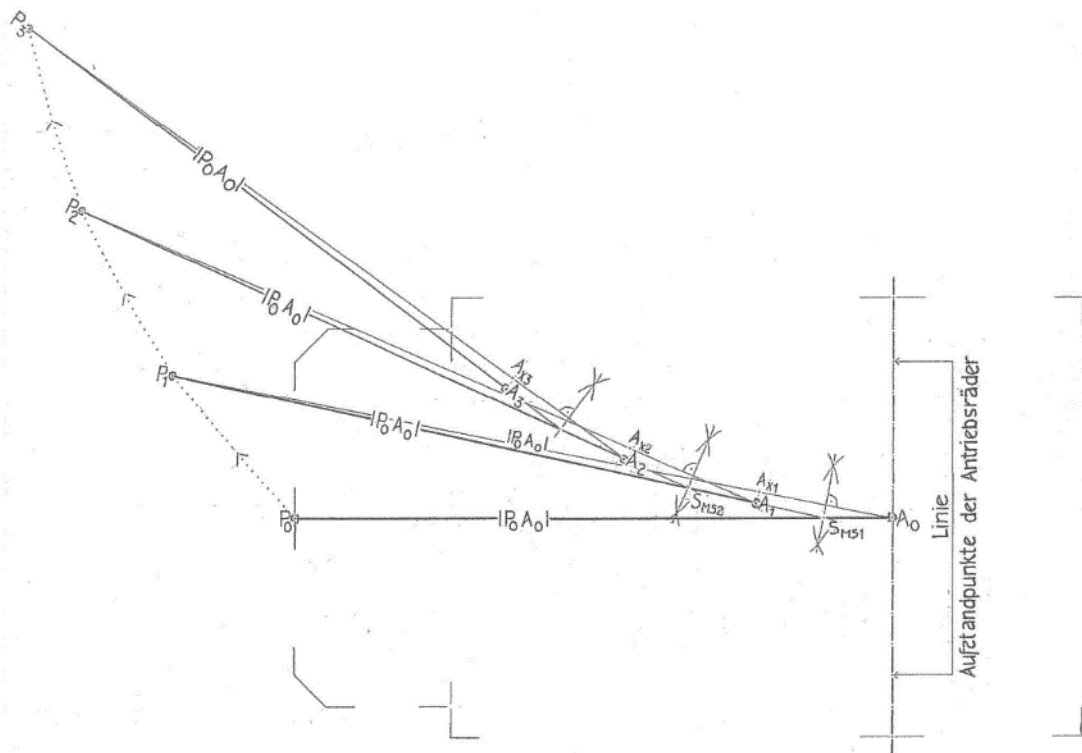


Abb. 14  
Prinzip des grafisch-iterativen Schleppkurvenverfahrens mit weiteren Schrittwiederholungen 1 bis 7

*Ein Vokabular der in den Abbildungen enthaltenen deutschen Begriffe befindet sich auf der letzten Seite dieses Dokuments*



## 10. TSI PRM, Anlage / Appendix M - Textgegenüberstellung Deutsch - Englisch

### Deutsch

#### **TSI PRM, Anlage M Im Zug transportable Rollstühle**

##### M. 1 Inhalt

Diese Anlage enthält Grenzwerte für die technische Ausführung transportabler Rollstühle

##### M. 2 Merkmale

Technische Mindestanforderungen (*sollte richtigerweise heißen: «maximal zulässige Werte und Mindestanforderungen»*):

Grundlegende Abmessungen

- Breite (*max.*) 700 mm zuzüglich 50 mm an jeder Seite für die Hände

bei Fortbewegung

- Länge (*max.*) 1 200 mm zuzüglich 50 mm für die Füße

Räder

- Das kleinste Rad muss einen Spalt mit 75 mm horizontaler und 50 mm vertikaler Abmessung überwinden können

Höhe

- Höchstens 1 375 mm einschliesslich eines männlichen Rollstuhlfahrers (95. Perzentil)

Wendekreis

- (*Höchstens*) 1 500 mm

Räder

- Das kleinste Rad muss einen Spalt mit 75 mm horizontaler und 50 mm vertikaler Abmessung überwinden können

Überwindbare Hindernishöhe und Bodenfreiheit

### Englisch

#### **TSI PRM, Appendix M Engineering limits for a wheelchair transportable by train**

##### M.1 SCOPE

This appendix identifies the maximum engineering limits for a wheelchair transportable by train

##### M. 2 CHARACTERISTICS

The minimum technical requirements are (*correctly: «maximum values / minimum requirements»*)

Basic Dimensions

- Width of 700 mm (*max*) plus 50 mm each side for hands when moving

- Length of 1 200 mm (*max*) plus 50 mm for feet

Wheels

- The smallest wheel shall accommodate a gap of dimensions 75 mm horizontal and 50 mm vertical

Height

- 1 375 mm max including a 95th percentile male occupant

Turning circle

- 1 500 mm (*max*)

Wheels

- The smallest wheel shall accommodate a gap of dimensions 75 mm horizontal and 50 mm vertical

Obstacle height that can be overcome and ground clearance

- Maximal überwindbare Hindernishöhe: 50 mm
- Bei einem Steigungswinkel von 10° muss die Bodenfreiheit für die Vorwärtsfahrt am Ende der Steigung mindestens 60 mm (unter der Fusstütze) betragen

=  
?  
≠

- Obstacle height that can be overcome 50 mm (max)
- Ground clearance 60 mm (min) with a upward slope angle of 10° on top for going forward (under the foot rest)

#### Gewicht

- Elektro-Rollstühle, die ohne Schiebehilfe eine Einstiegshilfe Überqueren können: Höchstgewicht 300 kg für Rollstuhl mit Rollstuhlfahrer (einschliesslich Gepäck)
- Handrollstühle: Höchstgewicht 200 kg für Rollstuhl mit Rollstuhlfahrer (einschliesslich Gepäck)

Maximale Neigungswinkel, bei dem der Rollstuhl stabil bleibt

- Dynamische Stabilität in allen Richtungen bei einem Winkel von 6 Grad
- Statische Stabilität in allen Richtungen (auch bei angezogener Bremse) bei einem Winkel von 9 Grad

#### Weight

- Fully laden weight of 300 kg for wheelchair and occupant (including any baggage) in the case of an electrical wheelchair for which no assistance is required for crossing a boarding aid.
- Fully laden weight of 200 kg for wheelchair and occupant (including any baggage) in the case of a manual wheelchair

Maximum safe slope on which the wheelchair will remain stable:

- Shall have dynamic stability in all directions at an angle of 6 degrees
- Shall have static stability in all directions (including with brake applied) at an angle of up to 9 degrees

(1) *In EN 16585-1:2017 wurde folgende Relativierung eingefügt:*

*„The turning space shall be as minimum a 1 500 mm Diameter circle but this would require several manoeuvres to achieve a 180° turn. A simple pivot create a swept envelope of approximately 1 925 mm longitudinally and 1 450 mm vertically (see Figure A.2 and Figure B.1)“*

## Vokabular der in den Abbildungen enthaltenen deutschen Begriffe

Deutsch	English
Fig. 1	
Grundriss	Plan
Aufsicht	Overview
Variante	Version
Linie Aufstandpunkte Antriebsräder	Drive wheels' point of contact
Fig. 3	
Grundriss	Plan
Fig. 4	
Ground clearance	Ground clearance
Absatz height	Heel height
Fig. 5	
Grundriss	Plan
Fig. 6	
Grundriss	Plan
Vorderkante Schuhspitze	Toe of shoe
Fig. 7	
Grundriss	Plan
Aufsicht	Overview
Variante	Version
Linie Aufstandpunkte Antriebsräder	Drive wheels' point of contact
Fig. 8	
Handraum	Space for hands
Grundriss	Plan
Aufsicht	Overview
Linie Aufstandpunkte Antriebsräder	Drive wheels' point of contact
Fig. 9	
Tischunterfahrbarkeit	Clear knee space under table
V.K. (Vorderkante) Schuhspitze	Toe of shoe
Absatz height	Heel height
Fig. 11	
Drehpunkt	Centre of rotation
ausserhalb	Outside
zwischen	Between

Radaufstandpunkte	Wheels' points of contact
Fig. 13 / 14	
Linie Aufstandpunkte der Antriebsräder	Drive wheels' point of contact