

Abschlussbericht

# Weiterentwicklung des Stadtbahnnetzes Hannover

## Studie zum Einsatz von Niederflurfahrzeugen

Erstellt für:

üstra Hannoversche Verkehrsbetriebe AG

Projektleitung: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Thomas Siefer

Bearbeitung: Dipl.-Ing. Christian Kollenberg

Braunschweig, im März 2010

## Inhalt

<b>I.</b>	<b>Abbildungen .....</b>	<b>IV</b>
<b>II.</b>	<b>Tabellen .....</b>	<b>VI</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Stadtbahn Hannover .....</b>	<b>3</b>
2.1	Infrastruktur.....	4
2.2	Fahrzeuge.....	5
2.2.1	Triebwagen TW 6000 .....	5
2.2.2	Triebwagen TW 2000 .....	5
2.2.3	Fahrzeuge im Vergleich.....	7
2.2.4	Triebwagen TW 3000 .....	8
2.3	Betriebskonzept .....	8
2.4	Zusammenspiel Fahrzeug – Infrastruktur .....	9
2.4.1	TW 6000 .....	9
2.4.2	TW 2000 .....	11
2.4.3	Barrierefreiheit der mit Hochbahnsteigen ausgestatteten Haltestellen.....	12
<b>3</b>	<b>Niederflurtechnik im Einsatz bei ausgewählten Stadtbahnnetzen .....</b>	<b>14</b>
3.1	Allgemeines .....	14
3.1.1	Abgrenzung Straßenbahn / Stadtbahn .....	15
3.2	Frankfurt am Main.....	17
3.2.1	Infrastruktur.....	17
3.2.2	Fahrzeuge.....	20
3.2.3	Betriebskonzept .....	24
3.2.4	Kennzahlen.....	24
3.3	Köln.....	26
3.3.1	Infrastruktur.....	26

3.3.2	Fahrzeuge.....	28
3.3.3	Betriebskonzept.....	31
3.3.4	Kennzahlen.....	32
3.4	Düsseldorf.....	33
3.4.1	Infrastruktur.....	33
3.4.2	Fahrzeuge.....	36
3.4.3	Betriebskonzept.....	38
3.4.4	Kennzahlen.....	39
3.5	Essen.....	41
3.5.1	Infrastruktur.....	41
3.5.2	Fahrzeuge.....	43
3.5.3	Betriebskonzept.....	45
3.5.4	Kennzahlen.....	46
3.6	Bochum, Gelsenkirchen .....	47
3.6.1	Infrastruktur.....	47
3.6.2	Fahrzeuge.....	49
3.6.3	Betriebskonzept.....	51
3.6.4	Kennzahlen.....	52
3.7	Dortmund .....	53
3.7.1	Infrastruktur.....	53
3.7.2	Fahrzeuge.....	56
3.7.3	Betriebskonzept.....	58
3.7.4	Kennzahlen.....	59
3.8	Vergleich der Stadtbahn- und Straßenbahnnetze .....	60
3.8.1	Streckenlänge.....	60
3.8.2	Liniennetz .....	61
3.8.3	Fahrzeugeinsatz .....	62
3.8.4	Barrierefreiheit .....	64

3.8.5	Instandhaltungskosten der Fahrzeuge und der Infrastruktur .....	65
<b>4</b>	<b>Übertragung der Untersuchungsergebnisse auf Hannover .....</b>	<b>67</b>
4.1	Analyse des Ist-Zustands des Stadtbahnnetzes .....	67
4.2	Analyse der Barrierefreiheit des Liniennetzes .....	70
4.2.1	A-Strecke, Linien 3, 7 und 9 .....	71
4.2.2	B-Strecke, Linien 1, 2 und 8 .....	72
4.2.3	C-Strecke, Linien 4, 5, 6 und 11 .....	73
4.2.4	D-Strecke, Linien 10 und 17 .....	73
4.3	Randbedingungen für den Einsatz von Niederflurfahrzeugen in Hannover .....	75
4.3.1	Fahrzeug.....	75
4.3.2	Einstiegshöhen .....	76
4.3.3	Einstiegshilfen.....	76
4.3.4	Fördermöglichkeiten .....	78
4.3.5	Kapitalkosten .....	78
4.3.6	ULF – Ultra Low Floor Technik.....	78
4.4	Betriebsvarianten zum Einsatz von Niederflurfahrzeugen.....	79
4.4.1	Variante 1: Umstellung der Linie 10 auf Niederflurtechnik.....	80
4.4.2	Variante 2: Umstellung der Linien 9 und 10 auf Niederflurtechnik.....	96
4.4.3	Variante 3: Umstellung der Linien 9, 10 und 17 auf Niederflurtechnik.....	104
4.4.4	Auswirkungen von Mischverkehr von Hochflur- und Niederflurfahrzeugen .....	106
4.4.5	Weitere Auswirkungen beim Einsatz von Niederflurfahrzeugen.....	109
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>110</b>
<b>6</b>	<b>Quellenverzeichnis .....</b>	<b>113</b>

## I. Abbildungen

Abbildung 2.1: Maximale Spaltbreite und maximale Stufenhöhe beim Einstieg vom Hochbahnsteig in ein Fahrzeug vom Typ TW 6000 .....	12
Abbildung 2.2: Maximale Spaltbreite und maximale Stufenhöhe beim Einstieg vom Hochbahnsteig in ein Fahrzeug vom Typ TW 2000 .....	13
Abbildung 3.1: Barrierefreiheit des Straßenbahnnetzes in Frankfurt am Main.....	18
Abbildung 3.2: Barrierefreiheit des Stadtbahnnetzes in Frankfurt am Main .....	20
Abbildung 3.3: Barrierefreiheit des Niederflurnetzes in Köln.....	27
Abbildung 3.4: Barrierefreiheit des Hochflurnetzes in Köln.....	28
Abbildung 3.5: Barrierefreiheit des Straßenbahnnetzes in Düsseldorf.....	34
Abbildung 3.6: Barrierefreiheit des Stadtbahnnetzes in Düsseldorf .....	35
Abbildung 3.7: Barrierefreiheit des Straßenbahnnetzes in Essen .....	42
Abbildung 3.8: Barrierefreiheit des Stadtbahnnetzes in Essen .....	43
Abbildung 3.9: Barrierefreiheit des Straßenbahnnetzes in Bochum und Gelsenkirchen .....	48
Abbildung 3.10: Barrierefreiheit des Stadtbahnnetzes in Bochum und Gelsenkirchen .....	49
Abbildung 3.11: Barrierefreiheit des Niederflurnetzes in Dortmund .....	54
Abbildung 3.12: Barrierefreiheit des Hochflurnetzes in Dortmund .....	55
Abbildung 3.13: Vergleich der Streckenlängen der Stadtbahn- und Straßenbahnnetzen.....	61
Abbildung 3.14: Barrierefreiheit der Stadtbahnnetze / der Hochflur-Stadtbahnnetze .....	64
Abbildung 3.15: Barrierefreiheit der Straßenbahnnetze / Stadtbahn-Niederflurnetze .....	65
Abbildung 4.1: Durchschnittsgeschwindigkeiten der Stadtbahnlinien .....	68
Abbildung 4.2: Durchschnittliche Geschwindigkeit und durchschnittlicher Haltestellenabstand der Stadtbahnlinien.....	69
Abbildung 4.3: Barrierefreiheit des Stadtbahnnetzes .....	70
Abbildung 4.4: Barrierefreiheit der Stadtbahnlinien der A-Strecke .....	71
Abbildung 4.5: Barrierefreiheit der Stadtbahnlinien der B-Strecke .....	72
Abbildung 4.6: Barrierefreiheit der Stadtbahnlinien der C-Strecke.....	73

Abbildung 4.7: Barrierefreiheit der Stadtbahnlinien der D-Strecke.....	74
Abbildung 4.8: Linienkonzept Ist-Zustand 2011 .....	80
Abbildung 4.9: Linienkonzept Variante 1a.....	81
Abbildung 4.10: Linienkonzept Variante 1b.....	82
Abbildung 4.11: Linienkonzept Variante 1c.....	83
Abbildung 4.12: Linienkonzept Variante 1d.....	84
Abbildung 4.13: Linienkonzept Variante 1e.....	85
Abbildung 4.14: Linienkonzept Variante 2.....	96
Abbildung 4.15: Variante 3, Umstellung der Linien 9, 10 und 17 auf Niederflurbetrieb.....	105
Abbildung 4.16: Einstiegssituation Niederflurfahrzeug am Niedrigbahnsteig (h = 30 cm) .....	107
Abbildung 4.17: Einstiegssituation TW 6000 am Niedrigbahnsteig (h = 30 cm).....	107
Abbildung 4.18: Einstiegssituation TW 2000 am Niedrigbahnsteig (h = 30 cm).....	108

## II. Tabellen

Tabelle 2.1: Technische Daten der Fahrzeuge des Stadtbahnnetzes Hannover <sup>[03]</sup> .....	7
Tabelle 3.1: Definition der Stadtbahn- und Straßenbahnsysteme.....	16
Tabelle 3.2: Technische Daten der Straßenbahnfahrzeuge in Frankfurt am Main <sup>[08], [09]</sup> .....	21
Tabelle 3.3: Technische Daten der Stadtbahnfahrzeuge in Frankfurt am Main <sup>[06], [11]</sup> .....	23
Tabelle 3.4: Kennzahlen Frankfurt am Main <sup>[08], [10], [12]</sup> .....	25
Tabelle 3.5: Technische Daten der Niederflurfahrzeuge Köln.....	30
Tabelle 3.6: Technische Daten der Hochflurfahrzeuge Köln.....	31
Tabelle 3.7: Kennzahlen Köln .....	32
Tabelle 3.8: Technische Daten der Straßenbahnfahrzeuge in Düsseldorf <sup>[15], [16], [17]</sup> .....	37
Tabelle 3.9: Technische Daten der Stadtbahnfahrzeuge in Düsseldorf <sup>[15], [17]</sup> .....	38
Tabelle 3.10: Kennzahlen Düsseldorf [18], [19] .....	40
Tabelle 3.11: Technische Daten Straßenbahnfahrzeuge in Essen .....	44
Tabelle 3.12: Technische Daten Stadtbahnfahrzeuge in Essen <sup>[21]</sup> .....	45
Tabelle 3.13: Kennzahlen Essen <sup>[22]</sup> .....	46
Tabelle 3.14: Technische Daten der Straßenbahnfahrzeuge in Bochum und Gelsenkirchen <sup>[24]</sup> .....	50
Tabelle 3.15: Technische Daten Stadtbahnfahrzeuge in Bochum und Gelsenkirchen .....	51
Tabelle 3.16: Kennzahlen Bochum und Gelsenkirchen .....	52
Tabelle 3.17: Technische Daten der Niederflurfahrzeuge in Dortmund .....	56
Tabelle 3.18: Technische Daten der Hochflurfahrzeuge in Dortmund <sup>[23]</sup> .....	58
Tabelle 3.19: Kennzahlen Dortmund.....	59
Tabelle 3.20: Vergleich des Fahrzeugeinsatzes bei den Straßenbahn und Stadtbahnnetzen .....	63
Tabelle 3.21 Vergleich des Fahrzeugeinsatzes bei den ausgewählten Stadtbahnnetzen .....	63
Tabelle 4.1: Fahrzeuganzahl Variante 1 .....	87

Tabelle 4.2: Initialkosten der Niederflurvariante 1 .....	88
Tabelle 4.3: Kosten für den barrierefreien Ausbau der Haltestellen.....	91
Tabelle 4.4: Gesamtkosten der Niederflurvariante 1 und des Ist-Zustandes .....	92
Tabelle 4.5: Kostenanteil der Region Hannover: Niederflurvariante 1 und Ist-Zustand .....	93
Tabelle 4.6: Gegenüberstellung der Gesamtkosten.....	94
Tabelle 4.7: Gegenüberstellung der Wartungs- und Instandhaltungskosten .....	94
Tabelle 4.8: Gegenüberstellung Fahrzeugbedarf Ist-Zustand und Variante 2 .....	98
Tabelle 4.9: Initialkosten der Variante 2 .....	99
Tabelle 4.10: Gesamtkosten, Niederflurvariante 2 und Ist-Zustand .....	100
Tabelle 4.11: Kostenanteil Region Hannover, Niederflurvariante 2 und Ist-Zustand .....	101
Tabelle 4.12: Gegenüberstellung der Gesamtkosten.....	101
Tabelle 4.13: Gegenüberstellung der Wartungs- und Instandhaltungskosten .....	102

## 1 Einleitung

Der Rat der Stadt Hannover beschloss am 23.06.1965 den Bau des U-Bahn-Netzes. Der Baubeginn erfolgte am 26.11.1965. Nach rund zehn Jahren, am 26.09.1975, wurde der erste Tunnelabschnitt in Betrieb genommen. Zu dieser Zeit gab nur so genannte „Hochflurfahrzeuge“ für den Einsatz im Stadtbahnbetrieb. Die Infrastruktur wurde auf diese Fahrzeuge abgestimmt.

Anfang der 1990er Jahre erreichten die Stadtbahn-Niederflurfahrzeuge ihre technische Einsatzreife. Wie in anderen Städten musste damals auch in Hannover entschieden werden, ob die eingesetzten Hochflurfahrzeuge langfristig durch Niederflurfahrzeuge ersetzt, ob ein gemeinsamer Einsatz von Hochflur- und Niederflurfahrzeugen realisiert oder ob auch in Zukunft ausschließlich Hochflurfahrzeuge eingesetzt werden sollten. Zuständig für den schienengebundenen öffentlichen Personennahverkehr waren die Stadt Hannover, der Zweckverband Großraum Hannover, der Großraum-Verkehr Hannover und die üstra Hannoversche Verkehrsbetriebe AG. Nach der Bewertung der Vor- und Nachteile wurde gemeinsam die Entscheidung getroffen, auf den Einsatz von Niederflurfahrzeugen zu verzichten.

Im Herbst des Jahres 2009 entstand vor dem Hintergrund der baldigen Realisierung von Hochbahnsteigen im Verlauf der Linie 10 eine öffentliche und politische Diskussion, ob der Einsatz von Niederflurfahrzeugen auf der Linie 10 unter den Gesichtspunkten der Barrierefreiheit, Kosten und Stadtentwicklung geeigneter sei als der Einsatz von Hochflurfahrzeugen.

Aus diesem Grund hat die üstra das Institut für Verkehrswesen, Eisenbahnbau und -betrieb der Technischen Universität Braunschweig beauftragt, zu untersuchen, welche Erfahrungen mit dem Einsatz von Niederflurfahrzeugen in den zurückliegenden Jahren in anderen Städten gemacht wurden. Die im Rahmen der Untersuchung gewonnenen Erkenntnisse sind so aufzubereiten, dass die Entscheidungsträger eine aktuelle und fundierte Basis für eine Entscheidung über die Ausgestaltung der infrage stehenden Linie 10 bekommen. Es sind Einsatzkonzepte für Niederflurfahrzeuge in Hannover zu entwickeln und zu bewerten. Die vorliegende Studie berücksichtigt die finanziellen Randbedingungen des öffentlichen Nahverkehrs, die technischen Randbedingungen sowie die gesetzlichen Rahmenbedingungen und die Qualitätsstandards, die durch den politisch abgestimmten Nahverkehrsplan für das Stadtbahnnetz im heutigen Zustand vorgegeben sind.

Der Vergleich mit anderen Städten soll helfen, messbare Größen zu definieren, die für eine Bewertung eines Niederflurkonzeptes für Hannover herangezogen werden können. Hierbei liegt ein Schwerpunkt auf den monetären Aspekten des Einsatzes der Niederflurtechnik. Außerdem wird untersucht, wie die Barrierefreiheit in anderen Stadtbahnnetzen erreicht wird. Die Studie soll für die Diskussion im politischen Raum weitere Informationen liefern und die politischen Entscheidungsträger bei ihrer Entscheidungsfindung unterstützen.

Bei der Umsetzung auf Hannoveraner Verhältnisse wird im Rahmen der Studie mit Durchschnittswerten gerechnet, die sich aus der Untersuchung ergeben haben. Eine genauere Bestimmung der Kosten kann erst dann erfolgen, wenn konkrete Vorgaben hinsichtlich der Anzahl, der Lage und der Art der umzugestaltenden Haltestellen getroffen wurden. Auch eine Veränderung der Qualitätsanforderung an eine Niederflur-Stadtbahnlinie kann die Kosten beeinflussen.

## 2 Stadtbahn Hannover

In der Landeshauptstadt Hannover leben rund 525.000 Einwohner.<sup>[01]</sup> Zusammen mit den umliegenden Städten und Gemeinden hat sich die Stadt Hannover am 01.11.2001 zur Region Hannover zusammengeschlossen. In der Region Hannover leben rund 1,1 Mio. Einwohner.<sup>[02]</sup> Das Angebot des öffentlichen Personennahverkehrs in der Region Hannover umfasst Busse, Stadtbahnen, Stadtschnellbahnen und Züge des Regionalverkehrs.

Der schienengebundene öffentliche Personennahverkehr hat seinen Ursprung in der Pferdebahn, die im Jahr 1871 eröffnet wurde. Zum Ende des 19. Jahrhunderts begann die Elektrifizierung und das Netz wurde nach und nach auf elektrischen Betrieb umgestellt. Die größte Ausdehnung erreichte das Straßenbahnnetz zu Beginn des 20. Jahrhunderts. Neben den Strecken im Stadtgebiet Hannover wurden Gemeinden und Städte im Umland durch neue Strecken erschlossen, wie beispielsweise die 30 km entfernte Stadt Hildesheim. Neben dem Personenverkehr wurde auch Güterverkehr auf den Strecken der Straßenbahn abgewickelt.

Nach dem Ende des Zweiten Weltkriegs waren große Teile der Stadt zerstört. Dies betraf auch die Verkehrsinfrastruktur. Es folgte der teilweise Wiederaufbau der Infrastruktur. Die positive wirtschaftliche Entwicklung der jungen Bundesrepublik führte zu einer starken Zunahme des motorisierten Individualverkehrs. Vor allem im Bereich der Innenstadt kam es aufgrund der begrenzten Platzverhältnisse zu Einbußen hinsichtlich der Qualität des Verkehrsablaufs. Eine Erweiterung der Verkehrsflächen durch Verbreiterung der Straßenräume war aufgrund der Bebauung nicht möglich. Eine Lösung war aber die Führung der Verkehrsströme in verschiedenen Ebenen, entweder durch den Bau einer Hochbahn oder einer U-Bahn für den öffentlichen schienengebundenen Nahverkehr.

Der Rat der Stadt Hannover beschloss am 23.06.1965 den Bau des U-Bahn-Netzes, nachdem bereits im Jahr 1962 Professor Wehner aus Berlin mit der Liniennetzplanung für die U-Bahn Hannover beauftragt wurde. Der Baubeginn erfolgte am 26.11.1965. Nach rund zehn Jahren am 26.09.1975 wurde der erste Tunnelabschnitt in Betrieb genommen.

Die ursprünglichen Planungen sahen vor, ein reines U-Bahn-Netz in Hannover zu bauen. Es sollten allerdings als Zwischenstufe bei der Realisierung des U-Bahn-Netzes zunächst nur die Tunnelstrecken im Bereich der Innenstadt gebaut und diese über Rampen an die bestehenden oberirdischen Strecken angeschlossen werden. Bei der Konstruktion der Rampenbauwerke, die zuerst gebaut wurden, wurde diese spätere Erweiterung berücksichtigt. Der Tunnel war für Fahrzeuge mit einer Breite von 2,90 m ausgelegt. Da die eingesetzten Fahrzeuge allerdings nur über eine Breite von 2,40 m verfügten, wurde die Breite der Bahnsteige entsprechend angepasst.

Aufgrund der hohen Kosten und der langen Bauzeit wurde entschieden, die ursprünglich als provisorische Lösung vorgesehene Nutzung von unterirdischen Strecken im Bereich der Innenstadt kombiniert mit der oberirdischen Linienführung außerhalb der Innenstadt auf Dauer beizubehalten. Somit war die Entscheidung zugunsten der Stadtbahn gefallen.

Das Stadtbahnssystem kombiniert die Vorteile der U-Bahn und der Straßenbahn. In den Bereichen, wo beschränkte Platzverhältnisse herrschen, werden Tunnelstrecken gebaut. Dies ist vor allem im Bereich der Innenstadt der Fall. In den dezentral gelegenen Stadtteilen fährt die Stadtbahn fast ausschließlich oberirdisch. In großen Teilen des oberirdischen Netzes steht ein besonderer Bahnkörper zur Verfügung. Der motorisierte Individualverkehr kreuzt die Gleise nur im Bereich von Knotenpunkten. Diese sind mit Lichtsignalanlagen ausgestattet. Bis auf einige wenige Ausnahmen auf dem Gebiet des Landkreises Hildesheim erfolgt bei der Steuerung der Lichtsignalanlagen eine Priorisierung des öffentlichen Nahverkehrs, sodass die Fahrzeuge im Regelfall den Knotenpunkt-Bereich ohne Wartezeit durchfahren können.

## 2.1 Infrastruktur

Das normalspurige Schienennetz der Stadtbahn Hannover weist eine Streckenlänge von 119,7 km auf. Davon entfallen 15,6 % bzw. 18,6 km auf die unterirdischen Abschnitte und 84,4 % bzw. 101,1 km auf die oberirdischen Abschnitte. Die Linienlänge liegt zwischen rund 28 Kilometern bei der Linie 1 und rund 6 Kilometern bei der Linie 17. Im Durchschnitt beträgt sie 15,1 km.

Mitte des Jahres 2010 wird voraussichtlich der erste Bauabschnitt der Stadtbahnverlängerung nach Misburg eröffnet. Das Streckennetz umfasst dann mehr als 120 km. Es verfügt dann insgesamt über 197 Haltestellen, wobei die Haltestellen Steintor, Hauptbahnhof und Aegidientorplatz doppelt gezählt sind, da die oberirdischen Haltestellen und die unterirdischen Tunnelstationen deutlich voneinander entfernt liegen.

Bis zum Ende des Jahres 2011 wird die Nachrüstung von Aufzügen in den U-Bahn-Stationen Werderstraße, Königsworther Platz und Markthalle/Landtag abgeschlossen sein. Alle unterirdischen Tunnelstationen sind dann barrierefrei über Aufzüge zu erreichen. Außerdem sollen in den Jahren 2010 und 2011 insgesamt sechs der bestehenden Haltestellen mit Hochbahnsteigen ausgestattet werden und eine Haltestelle aufgegeben werden. Ende 2011 verfügt das Netz der Stadtbahn Hannover dann über 196 Haltestellen und Stationen, von denen 135 barrierefrei gestaltet sind, was einem Anteil von 69 % entspricht.

## 2.2 Fahrzeuge

Zurzeit werden zwei verschiedene Fahrzeugtypen in Hannover eingesetzt. Die Fahrzeuge des Typs TW 6000 wurden zur Eröffnung des ersten Abschnitts des Stadtbahnnetzes angeschafft. Mit jeder Erweiterung des Netzes wurden weitere Fahrzeuge dieser Baureihe beschafft. Zur Weltausstellung Expo 2000 musste gegenüber dem normalen Verkehrsangebot mit einem höheren Fahrgastaufkommen gerechnet werden. Um das Angebot entsprechend anzupassen, wurden neue Fahrzeuge vom Typ TW 2000 beschafft. In den Jahren 2012 bis 2015 sollen zunächst 50 weitere Fahrzeuge eines neuen Typs mit der Bezeichnung TW3000 angeschafft werden.

### 2.2.1 Triebwagen TW 6000

Nach der Fertigstellung des ersten Tunnelabschnitts mussten Fahrzeuge zur Verfügung stehen, die sowohl im Bereich der unterirdischen Strecken als auch in den oberirdischen Teilen des Netzes verkehren konnten. Im Jahr 1974 standen ausschließlich Hochflurfahrzeuge zur Verfügung, die den Anforderungen des Stadtbahnbetriebs genügten. Daher wurden Hochflurfahrzeuge beschafft. Diese Fahrzeuge tragen die Bezeichnung TW 6000.

Insgesamt wurden 260 Fahrzeuge beschafft. Die Länge des Fahrzeugs beträgt 28,28 m bei einer Breite von 2,40 Metern. Bei den Fahrzeugen handelt es sich um achtsichtige Zweirichtungs-Triebwagen. Je zwei Achsen sind gemeinsam in einem Drehgestell gelagert. Von den vier Drehgestellen sind zwei angetrieben. Die Fahrzeuge verfügen über fünf Türen je Fahrzeugseite. Im Regelbetrieb kommen Ein- und Zwei-Wagen-Züge zum Einsatz. Drei-Wagen-Züge haben eine Länge von 84,84 m. Sie dürfen daher nicht am Straßenverkehr teilnehmen, da die maximale Länge durch die BOStrab auf 75 Meter begrenzt ist. Für den Einsatz von Drei-Wagen-Zügen ist eine Ausnahmegenehmigung erforderlich. Diese wurde in der Vergangenheit für die Messe-Verkehre erteilt. Die Strecke zwischen dem Stadtzentrum und dem Messegelände ist durchgängig mit besonderem oder unabhängigem Bahnkörper ausgestattet. Ein Drei-Wagen-Zug soll nur Streckenabschnitte befahren, die ausnahmslos mit besonderem oder unabhängigem Bahnkörper ausgestattet sind.

Der Einsatzbestand der Fahrzeuge beträgt 146 Einheiten. Nach der Spitzennachfrage während der Expo konnten einige Fahrzeuge an andere Verkehrsunternehmen verkauft werden.

### 2.2.2 Triebwagen TW 2000

Zur Expo 2000 in Hannover musste die Verkehrsinfrastruktur der erhöhten Nachfrage während der Ausstellung angepasst werden. Dies betraf auch das Stadtbahn-System. Die Erschließung des Ausstellungsgeländes sollte zum einen über die bestehende Stadtbahnlinie 8 geschehen. Zusätzlich wurde eine weitere Stadtbahnlinie gebaut, die neben dem

Ausstellungsgelände auch neue Wohngebiete am Kronsberg erschließen sollte. Außerdem war es zwingend erforderlich, den Fahrzeugbestand während der Expo spürbar zu erhöhen, um die Mehr-Verkehre abwickeln zu können. Dabei mussten die wirtschaftlichen Randbedingungen beachtet werden. Daher wurde entschieden, zusätzlich zu den 260 vorhandenen Stadtbahnwagen vom Typ TW 6000 weitere 144 Fahrzeuge vom Typ TW 2000 zu beschaffen. Der Kauf der neuen Fahrzeuge stellte z. T. eine vorgezogene Ersatzbeschaffung für die bis zu 25 Jahre alten Fahrzeuge des Typs TW 6000 dar. Außerdem musste auch der Mehrbedarf an Fahrzeugen durch die Netzerweiterungen berücksichtigt werden. Bei der letztmaligen Lieferung von Fahrzeugen des Typs TW 6000 im Jahr 1993 waren 260 Fahrzeuge zum Betrieb des Netzes erforderlich. Durch die Erweiterungen des Netzes nach Ahlem, nach Garbsen, nach Wettbergen, zum Messe- bzw. Expogelände, nach Anderten und nach Altwarmbüchen erhöhte sich die Anzahl der notwendigen Fahrzeuge auf 290.

Von den 144 Fahrzeugen des Typs TW 2000 sind 48 Zweirichtungsfahrzeuge mit je einem Führerstand auf jeder Seite, diese tragen die Wagennummern 2001 bis 2048. Die übrigen 96 Fahrzeuge verfügen über einen konventionellen Führerstand und einen Behelfsführerstand, diese haben die Wagennummer 2501 bis 2596. Auf der Fahrzeugseite mit dem Behelfsführerstand können zwei Fahrzeuge zusammengekuppelt werden. Für die Fahrgäste steht ein Übergang zur Verfügung. Durch den großzügig dimensionierten Übergang zwischen den Fahrzeugen entsteht für den Fahrgast der Eindruck, es handele sich um ein Fahrzeug. Auf eine Differenzierung zwischen den Fahrzeugen mit einem vollwertigen Führerstand und denen mit zwei vollwertigen Führerständen wird im folgenden Text verzichtet.

Die neuen Fahrzeuge sollten wie die Fahrzeuge vom Typ TW 6000 über eine Kapazität von ca. 150 Fahrgästen verfügen. Außerdem sollten sie als Drei-Wagen-Zug am Straßenverkehr teilnehmen können. Die maximale Länge eines Drei-Wagen-Zuges ist damit durch die BOStrab auf 75 Meter begrenzt. Für jedes Einzelfahrzeug ist eine maximale Fahrzeuglänge von 25 Metern zu beachten. Dies sind 3,28 m weniger als die TW 6000-Fahrzeuge. Daher war es erforderlich, ein breiteres Fahrzeug zu beschaffen. Die maximale Fahrzeugbreite für Stadtbahnfahrzeuge, die am Straßenverkehr teilnehmen, beträgt 2,65 m. Die Bahnsteigkanten der Hochbahnsteige lassen aber nur eine maximale Fahrzeugbreite von 2,45 m zu. Daher ist die Fahrzeugbreite nicht über die gesamte Höhe des Fahrzeugs konstant. Im unteren Bereich des Fahrzeugs bis zur Höhe der Bahnsteigkante der Hochbahnsteige von 82 cm über Schienenoberkante beträgt die maximale Fahrzeugbreite 2,45 m, darüber ist der Wagenkasten breiter und weist eine maximale Breite von 2,65 m auf. So steht den Fahrgästen im Fahrgastraum die maximale Breite zur Verfügung und trotzdem ist die Vorbeifahrt am Hochbahnsteig möglich.

Die Fahrzeuge verfügen über 46 Sitzplätze, 8 Sitzplätze auf Klappsitzen, die sich in den Multifunktionsbereichen befinden, sowie 105 Stehplätze. Selbst wenn die Multifunktionsbereiche von Rollstuhlfahrern oder für das Abstellen von Fahrrädern oder Kinderwagen

genutzt werden, stehen den anderen Fahrgästen genauso viele Sitzplätze wie im TW 6000 zur Verfügung.

### 2.2.3 Fahrzeuge im Vergleich

Die unten stehende Tabelle 2.1 stellt die wesentlichen Eigenschaften der Stadtbahnfahrzeuge gegenüber. Die Stadtbahnfahrzeuge vom Typ TW 6000 verfügen über eine Kapazität von 150 Personen. Die Fahrzeuge vom Typ TW 2000 sind mit Klappsitzen ausgestattet. Diese können zum einen als Sitzplätze genutzt werden, zum anderen steht im hochgeklappten Zustand Platz für Rollstühle, Kinderwagen, Fahrräder, Rollatoren oder sperriges Gepäck zur Verfügung. Außerdem kann der Platz für Stehplätze genutzt werden. Je nach Nutzung der Mehrzweckbereiche bieten die Fahrzeuge unterschiedliche Kapazitäten. Im Folgenden wird daher von einer Kapazität von 150 Fahrgästen pro Stadtbahnwagen ausgegangen.

Bezeichnung	TW 6000	TW 2000
Hersteller	Duewag / LHB, Siemens, AEG, Kiepe	Alstom LHB, Siemens
Baujahre	1974 – 1993	1997 – 2000
Gebaute Fahrzeuge	260	144
Bestand	146	144
Länge	28,28 m	25,82 m / 24,80 m*
Breite	2,40 m	2,45 m – 2,65 m
Spurweite	1.435 mm	1.435 mm
Leergewicht	38,80 t	39,85 t / 39,05 t*
Kapazität	150 Personen	159 Personen
Sitzplätze	46	46 + 8 Klappsitze
Stehplätze	104	105
Einstiegshöhe	95,4 cm (maximal)	87,0 cm (maximal)
<i>* Die Werte gelten für die Fahrzeuge mit nur einem vollwertigen Führerstand.</i>		

Tabelle 2.1: Technische Daten der Fahrzeuge des Stadtbahnnetzes Hannover <sup>[03]</sup>

#### **2.2.4 Triebwagen TW 3000**

Es ist geplant, neue Fahrzeuge anzuschaffen. Diese sollen die älteren Fahrzeuge des Typs TW 6000 ersetzen. In den Jahren 2012 bis einschließlich 2014 sollen zunächst 50 neue Fahrzeuge beschafft werden. Bei den Fahrzeugen handelt es sich um Hochflurfahrzeuge, deren Eigenschaften sich an denen des TW 2000 orientieren. Die wesentliche Änderung ist der Verzicht auf Trittstufen. Dies führt zu einer Gewichtseinsparung auf der einen und zur Senkung der Anschaffungs- und Instandhaltungskosten auf der anderen Seite. Auch ist die Anfälligkeit des Fahrzeugs gegenüber Störungen geringer einzuschätzen. Bis zum Jahr 2023 sollen – eine entsprechende öffentliche Förderung vorausgesetzt – insgesamt 146 neue Fahrzeuge gekauft werden. Da dann zusammen mit den 144 Fahrzeugen vom Typ TW 2000 290 Fahrzeuge zur Verfügung stünden, könnte auf den Einsatz der Fahrzeuge vom Typ TW 6000 verzichtet werden.

### **2.3 Betriebskonzept**

Nach der Einführung des Jahresfahrplans bei der Deutschen Bahn AG im Dezember 2002 sollte auch im Bereich des Großraum-Verkehrs Hannover ein Jahresfahrplan eingeführt werden. Dabei musste eine Lösung gefunden werden, um auf die über das Jahr schwankende Nachfrage reagieren zu können. Im Stadtbahnnetz Hannover wurde vor der Einführung des Jahresfahrplans auf steigende Nachfrage mit einer Verdichtung des Takts reagiert. Die Kapazität der einzelnen Stadtbahnzüge blieb unverändert. Es wurden in der Regel Zwei-Wagen-Züge im 10-Minuten-Takt eingesetzt. Der Takt wurde zur nachfragestarken Zeit auf einen 7,5-Minuten-Takt verdichtet. Diese Taktverdichtung erfolgte in den Wintermonaten morgens und nachmittags, in den Sommermonaten erfolgte sie ausschließlich morgens. Eine Taktverdichtung getrennt nach Winter- und Sommermonaten kam deshalb für den Jahresfahrplan nicht infrage.

Die Lösung dieses Problems war die Veränderung der Kapazität der Stadtbahnzüge. Es sollten auch Drei-Wagen-Züge im Regelbetrieb eingesetzt werden. Die Kapazität eines Drei-Wagen-Zuges beträgt 450 Fahrgäste und übersteigt damit die Kapazität eines Zwei-Wagen-Zuges um 50 %. Mit einer Verdichtung der Taktfolgezeit von 10 Minuten auf 7,5 Minuten, entsprechend acht Fahrten anstelle sechs Fahrten je Stunde, wird nur eine Steigerung der Kapazität von 33 % erreicht. Außerdem kann durch die Veränderung der Fahrzeugkapazität flexibel auf kurzfristige Änderungen der Nachfrage reagiert werden, ohne den Fahrplan zu verändern oder mehr Personal einsetzen zu müssen.

Für den Einsatz von Drei-Wagen-Zügen im Regelbetrieb ist es erforderlich, dass diese Züge eine Länge von 75 m nicht überschreiten, um den Anforderungen der BOStrab zu genügen. Dies wurde bei der Entwicklung der Fahrzeuge vom Typ TW 2000 berücksichtigt, wie bereits dargestellt. Im Regelbetrieb werden Ein-Wagen-Züge und Zwei-Wagen-Züge der Fahrzeuge

TW 6000 und TW 2000 sowie Drei-Wagen-Züge der Fahrzeuge des Typs TW 2000 eingesetzt. Die Drei-Wagen-Züge werden i. d. R. auf den Linien 1, 3 und 4 eingesetzt, wenn die Nachfrage dies erfordert. Einige Haltestellen der Linie 1 sind mit 60 m langen Hochbahnsteigen ausgestattet. Bei der Planung und dem Bau dieser Hochbahnsteige wurde der Einsatz von Ein- und Zwei-Wagen-Zügen zugrunde gelegt. Damit die Fahrzeuge an diesen Hochbahnsteigen halten können, werden die erste und die letzte Tür eines Zuges hier nicht geöffnet, solange diese Bahnsteige noch nicht umgebaut sind.

Der Einsatz von Drei-Wagen-Zügen im 10-Minuten-Takt stellt im Vergleich mit dem Einsatz von Zwei-Wagen-Zügen im 7,5-Minuten-Takt die wirtschaftlichere Lösung dar, da der Personalaufwand deutlich geringer ist. Außerdem lässt sich bei diesem Konzept auch außerhalb der üblichen Nachfragespitzen auf eine erhöhte Nachfrage reagieren, indem kurzfristig Drei-Wagen-Züge anstelle von Zwei-Wagen-Zügen eingesetzt werden. Das Stärken und Schwächen der Züge dauert in der Regel durch den Einsatz von automatischen Kupplungen nur ein bis zwei Minuten.

Ein weiterer Vorteil des 10-Minuten-Takts ist die Verständlichkeit für den Kunden. Dieser muss sich nur eine Ziffer merken und kann sich dann die Abfahrtszeiten seiner Haltestelle leicht herleiten.

## **2.4 Zusammenspiel Fahrzeug – Infrastruktur**

Die Abhängigkeiten zwischen Fahrzeug und Infrastruktur sind vor allem im Bereich der Haltestellen zu beachten. Zum einen sollte die Einstiegssituation den Anforderungen der mobilitätseingeschränkten Fahrgäste entsprechen und zum anderen muss zwischen Fahrzeug und Bahnsteig ein ausreichend großer Abstand verbleiben.

### **2.4.1 TW 6000**

Die Fahrzeuge des Typs TW 6000 bieten bei einem Halt an einer mit einem Hochbahnsteig ausgestatteten Station einen komfortablen Einstieg für die Fahrgäste. Den heutigen Ansprüchen mobilitätseingeschränkter Fahrgäste genügt die Einstiegssituation allerdings nur bedingt. Die Breite des Spalts zwischen Fahrzeug und Bahnsteig liegt bei 0 bis 10 cm in Ausnahmefällen auch 11 cm. Die Höhe der zu überwindenden Stufe beträgt abhängig von der Federsetzung des Fahrzeuges, des Verschleißes der Radreifen, der Anzahl der Fahrgäste im Fahrzeug und dem Verschleiß der Schienen im Bereich der Station zwischen +13,4 cm und -0,7 cm. Wobei die Randwerte dieses Intervalls im Regelbetrieb äußerst selten zu beobachten sind. Anzustreben sind eine Stufenhöhe von maximal 5 cm und eine Spaltbreite von ebenfalls maximal 5 cm. Während z. B. ein Fahrgast mit schwerem Gepäck eine Stufe von 13 cm ohne fremde Hilfe überwinden kann, lässt sich diese Stufe von einem Fahrgast, der auf einen elektrischen Rollstuhl angewiesen ist, nicht eigenständig überwinden.

Die Fahrzeuge verfügen in der Regel über eine Mittelstange an jeder Tür. Diese erleichtert den Einstieg vom Niedrigbahnsteig oder vom Straßenniveau, beschränkt aber die maximale Einstiegsbreite. Die Fahrzeuge, die noch eine längere Zeit in Hannover eingesetzt werden sollen, wurden umgebaut. Es handelt sich um insgesamt 55 der 146 Fahrzeuge. Auf beiden Seiten des Fahrzeuges wurde jeweils an der mittleren der fünf Türen die Mittelstange entfernt.

Da nicht sämtliche Fahrzeuge umgerüstet wurden, kann es vorkommen, dass auch Fahrzeuge eingesetzt werden, die nur über Türen mit Mittelstangen verfügen. Dies führt dazu, dass ein Fahrgast, der auf einen Einstieg ohne Mittelstange angewiesen ist, nicht jedes Fahrzeug nutzen kann und im Zweifelsfall auf die nächste Fahrt warten muss. Der Fahrgast kann sich vor Fahrtantritt über den geplanten Einsatz von Fahrzeugen ohne Mittelstange informieren. Es steht das Internet als Informationsquelle zur Verfügung. Bei einer Fahrplanauskunft werden Informationen zur Barrierefreiheit der Fahrzeuge und der Haltestellen gegeben. Außerdem gibt es einen Fahrplan, der alle Fahrten ausweist, zu deren Durchführung barrierefreie Fahrzeuge eingesetzt werden. Dieser kann im Internet heruntergeladen werden. Zudem stehen in den Verkaufsstellen gedruckte Exemplare kostenlos zur Verfügung. Die an den Haltestellen ausgehängten Abfahrtspläne enthalten auch Informationen zum Einsatz barrierefreier Fahrzeuge.

Die Fahrzeuge vom Typ TW 6000 fahren in den meisten Fällen als Zwei-Wagen-Zug. Da bei rund 40 % der Fahrzeuge die Mittelstange entfernt wurde, bestehen die Zwei-Wagen-Züge häufig aus einem umgerüsteten Fahrzeug und einem nicht umgerüsteten Fahrzeug. Da die Position der umgerüsteten Tür nicht vor dem Eintreffen der Fahrzeuge angekündigt wird, kann der Fahrgast erst unmittelbar vor der Ankunft die Position der geeigneten Tür erkennen. Die umgerüsteten Fahrzeuge sind zwar gekennzeichnet, allerdings lässt sich diese Kennzeichnung erst aus der Nähe erkennen. Die beiden mittleren Türen der beiden Fahrzeuge eines Zwei-Wagen-Zuges liegen rund 30 m entfernt voneinander. Aufgrund der kurzen Haltezeit ist Eile geboten. Die Geschwindigkeit, mit der sich ein Fahrgast im Rollstuhl fortbewegen kann, ist begrenzt. Daher kann es vorkommen, dass bei unaufmerksamen Fahrpersonal der Fahrgast die geeignete Tür nicht rechtzeitig erreicht und auf den nächsten Zug warten muss.

Neben der Zugangsmöglichkeit ist auch der Platz im Fahrzeug, der für Fahrgäste im Rollstuhl zur Verfügung steht, begrenzt. Es können maximal zwei Rollstühle im Bereich des umgerüsteten Türbereichs befördert werden. Der Stellplatz gegenüber der Einstiegstür ist nur bedingt geeignet. Der Bahnsteig kann sich auf beiden Seiten des Fahrzeuges befinden, es gibt keine Linie, wo sich dieser nur auf der rechten oder nur auf der linken Seite befindet. Daher muss der Rollstuhlfahrer bzw. die Rollstuhlfahrerin bei einem Wechsel der Ausstiegsseite den Türbereich freimachen.

Beim Einstieg vom Straßenniveau beträgt die Höhendifferenz, die zu überwinden ist, maximal 95,4 cm. Die Fahrzeuge sind mit Klapptrittstufen ausgestattet. Die Höhe der ersten Stufe beträgt 38,1 cm, die der zweiten 29,4 cm und die der dritten 26,8 cm. Vor allem die Höhe der ersten Stufe stellt auch für nicht in ihrer Mobilität eingeschränkte Fahrgäste ein spürbares Hindernis dar. Fahrgäste, die auf einen Rollstuhl angewiesen sind, können hier nicht ein- oder aussteigen. Fahrgäste mit einem so genannten Rollator oder einem Kinderwagen sind hier beim Einstieg auf die Hilfe anderer Fahrgäste angewiesen.

Die Niedrigbahnsteige weisen eine Höhe von 12,0 cm auf. Dadurch sinkt die maximale Höhe der ersten Stufe von 38,1 cm auf 26,1 cm. Für die Einstiegssituation ist dies eine Verbesserung, allerdings nicht für die mobilitätseingeschränkten Fahrgäste. Für diese ist die Situation beim Einstieg vom Straßenniveau und beim Einstieg vom Niedrigbahnsteig ähnlich problematisch.

Die Fahrzeuge genügen nicht allen Anforderungen der Fahrgäste, die in ihrer Mobilität eingeschränkt sind. Auch steigen die Betriebskosten mit zunehmendem Alter der Fahrzeuge. Daher fiel die Entscheidung gegen ein so genanntes Redesign, den Umbau der bestehenden Fahrzeuge, um diese auch nach der vorgesehenen Nutzungsdauer weiter einsetzen zu können. Stattdessen wurden neue Fahrzeuge vom Typ TW 2000 angeschafft.

#### **2.4.2 TW 2000**

Die Fahrzeuge vom Typ TW 2000 wurden anlässlich der Weltausstellung Expo 2000 beschafft. Die Anforderungen und Ziele bei der Entwicklung dieser Fahrzeuge werden in Kapitel 2.2.2 beschrieben. An dieser Stelle soll auf die Einstiegssituation für die Fahrgäste eingegangen werden.

Die Anzahl der Türen wurde auf jeder Fahrzeugseite von fünf auf vier reduziert. Die Einstiege sind ohne Mittelstange ausgestattet. Es steht daher an jeder Tür eine für mobilitätseingeschränkte Fahrgäste ausreichende Einstiegsbreite von 1,30 m zur Verfügung. Ein weiterer Schritt zur Verbesserung der Einstiegssituation ist die Senkung der maximalen Höhe des Fahrzeugfußbodens von 94,3 cm (TW 6000) auf 87,0 cm. Die maximale Stufenhöhe beträgt bei einem Halt an einem Hochbahnsteig mit einer Höhe von 82,0 cm nur noch 5,0 cm. Diese Stufenhöhe genügt den Anforderungen einer barrierefreien Einstiegssituation. Die Breite des Spalts liegt zwischen 0 und 7,5 cm, in Ausnahmefällen bei bis zu 8 cm.

Eine weitere Verbesserung ist die Verbreiterung der Fahrzeuge im Bereich des Fahrgastraumes von 2,40 m auf 2,65 m. Dadurch konnten Mehrzweckbereiche geschaffen werden. Diese befinden sich jeweils zwischen zwei Türen, sodass von jeder Tür aus ein Mehrzweckbereich direkt erreicht werden kann. Die Bereiche sind mit Klappsitzen ausgestattet. Im hochgeklappten Zustand bieten sie Stellfläche für Rollstühle, Kinderwagen, Fahrräder oder sperriges Gepäck. Außerdem können sie als Stehplatzbereich oder als Sitzplatzbereich

genutzt werden. Die Einstiegssituation und die Aufenthaltsqualität im Fahrzeug sind im Vergleich zu den Fahrzeugen vom Typ TW 6000 für mobilitätseingeschränkte Fahrgäste als deutlich besser zu bewerten.

Auch die Einstiegssituation vom Straßenniveau und die vom Niedrigbahnsteig konnten verbessert werden. Die Anzahl der Stufen wurde um eine erhöht. Damit sinkt die Höhe der einzelnen Stufen. Für den Einstieg vom Niedrigbahnsteig weisen alle Stufen die gleiche Höhe von 18,6 cm und den gleichen Auftritt von 22,0 cm auf. Durch das gleiche Steigungsverhältnis und die gleiche Stufenhöhe ist der Einstieg deutlich komfortabler als bei den älteren Fahrzeugen.

Beim Einstieg vom Straßenniveau beträgt die Höhe der ersten Stufe maximal 30,6 cm, was einer Verringerung der Höhe von rund 20 % gegenüber den Fahrzeugen vom Typ TW 6000 entspricht.

### 2.4.3 Barrierefreiheit der mit Hochbahnsteigen ausgestatteten Haltestellen

Die unten stehende Abbildung 2.1 stellt die Situation beim Ein- und Ausstieg beim Halt eines Fahrzeugs der Serie TW 6000 an einer mit einem Hochbahnsteig ausgestatteten Haltestelle dar.

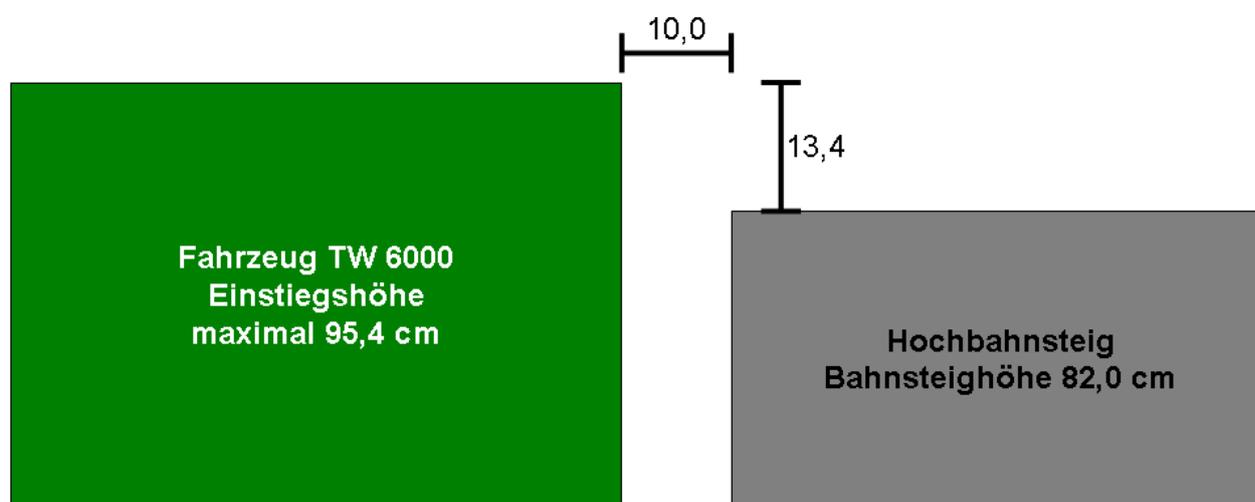


Abbildung 2.1: Maximale Spaltbreite und maximale Stufenhöhe beim Einstieg vom Hochbahnsteig in ein Fahrzeug vom Typ TW 6000

Die Maße sind in Zentimetern angegeben. Der Vergleich mit der Abbildung 2.2, die die Situation für die Fahrzeuge TW 2000 zeigt, macht die Veränderungen der Situation beim Einstieg in bzw. beim Ausstieg aus dem Fahrzeug deutlich. Die maximale Breite des Spalts zwischen Bahnsteigkante und Fahrzeug konnte um 25 % reduziert werden. Die maximale

Höhe der Stufe zwischen Bahnsteig und Fahrzeug wurde von 13,4 cm auf 5,0 cm gesenkt, was einer Reduktion von mehr als 60 % entspricht.

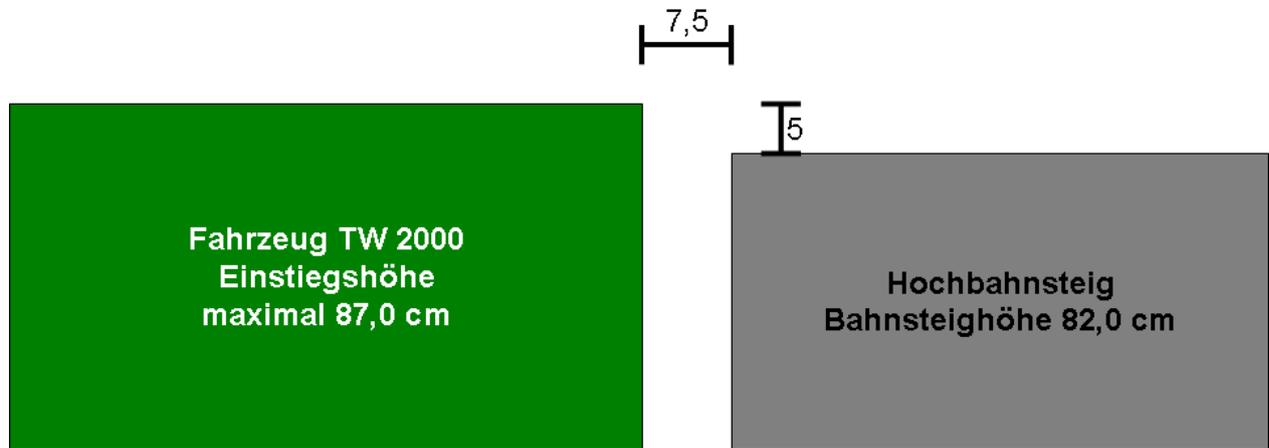


Abbildung 2.2: Maximale Spaltbreite und maximale Stufenhöhe beim Einstieg vom Hochbahnsteig in ein Fahrzeug vom Typ TW 2000

## **3 Niederflurtechnik im Einsatz bei ausgewählten Stadtbahnnetzen**

### **3.1 Allgemeines**

Der Wunsch nach einer möglichst niedrigen Einstiegshöhe lässt sich nicht ohne technischen Aufwand realisieren. Ein gewöhnliches Schienenfahrzeug aus dem Straßenbahn- oder aus dem Vollbahn-Bereich verfügt in der Regel über Drehgestelle. Diese können sich im Bogen auf den entsprechenden Radius einstellen. Der Verschleiß ist dadurch minimal und der Fahrkomfort maximal. Der Durchmesser der Räder eines Schienenfahrzeugs kann nicht beliebig verkleinert werden, da mit abnehmendem Raddurchmesser die Kontaktfläche zwischen Rad und Schiene ebenfalls sinkt. Bei gleichbleibender Radlast steigt die Pressung in der Kontaktfläche. Die verwendete Schienengüte begrenzt die maximale Pressung und damit den minimalen Raddurchmesser.

Für die einwandfreie Funktion eines Drehgestells muss dieses über ausreichenden Bewegungsfreiraum verfügen. Der Fahrzeugboden muss im Bereich der Räder eine größere Höhe als der Raddurchmesser aufweisen. Für die Radsatzwelle muss der Fahrzeugboden zwischen den Rädern eine größere Höhe als der Radhalbmesser aufweisen.

Für den Fall, dass die vorgesehene Höhe des Fahrzeugbodens die Verwendung von Drehgestellen nicht zulässt, kann auf andere Konstruktionen zurückgegriffen werden. Eine Möglichkeit ist es, nicht den gesamten Fahrzeuginnenraum als Niederflurbereich zu gestalten, sondern in Teilbereichen einen höheren Fahrzeugboden anzuordnen. Dabei sollte der Niederflurbereich den größeren Teil des Fahrzeugs ausmachen und außerdem durch die Hochflurbereiche nicht geteilt werden. Sämtliche Türen sollten sich im Niederflurbereich befinden. In der Praxis sind so genannte 70%-Niederflurfahrzeuge weit verbreitet. Die Hochflurbereiche befinden sich an den Enden der Wagen, deshalb können konventionelle Triebdrehgestelle angeordnet werden.

Neben den so genannten 70%-Niederflurfahrzeugen sind auch 100%-Niederflurfahrzeuge im Einsatz. Bei diesen Fahrzeugen kommt in der Regel das so genannte Losradprinzip zur Anwendung. Die Räder sind einzeln gelagert und nicht paarweise durch eine Radsatzwelle miteinander verbunden. Dies führt dazu, dass der so genannte Wellenlauf sich nicht einstellen wird. Eine Selbstzentrierung des Radsatzes im Spurkanal ist nicht möglich. Dadurch kommt es zu einem höheren Verschleiß an den Radreifen und an den Schienen.

Im Folgenden werden ausgewählte Stadtbahn- und Straßenbahnsysteme vorgestellt. Bei der Auswahl wurde Wert auf den parallelen Einsatz von Hochflur- und Niederflurfahrzeugen gelegt. Die Systeme werden beschrieben und die wesentlichen Eigenschaften dargestellt.

Dabei wird unter anderem auf die Situation für Fahrgäste, die in ihrer Mobilität eingeschränkt sind, eingegangen. Bei der Durchführung der Recherche wurde zuerst auf den persönlichen Kontakt Wert gelegt. Für die Informationssammlung wurde eine Befragung von geeigneten leitenden Ansprechpartnern mittels eines Fragebogens durchgeführt. Befragt wurden entweder Mitarbeiter der Verkehrsunternehmen oder der Stadtverwaltungen. Die Resonanz dieser Befragung war sehr positiv. Alle Befragten haben – soweit sie die Fragen beantworten konnten – die Fragebögen vollständig ausgefüllt. Des Weiteren wurde auf die Geschäftsberichte und andere Veröffentlichungen der Verkehrsunternehmen und der Aufgabenträger zurückgegriffen. Außerdem wurden seriöse Quellen aus dem Internet bei der Suche berücksichtigt, so beispielsweise Fahrpläne.

### **3.1.1 Abgrenzung Straßenbahn / Stadtbahn**

Die folgende Untersuchung der einzelnen Stadtbahnnetze zeigt, dass verschiedene Fahrzeuge eingesetzt werden, die teilweise der Kategorie Straßenbahn zuzuordnen sind. Andere Fahrzeuge werden als Stadtbahn definiert. Da die Definition des Begriffes Stadtbahn nicht einheitlich ist, werden teilweise von Ort zu Ort unterschiedliche Begrifflichkeiten verwendet. Für den weiteren Verlauf in dieser Arbeit wird folgende Beschreibung der Fahrzeuge genutzt.

Die Trennung der Systeme in ein Stadtbahn- und ein Straßenbahnsystem ist nur dann sinnvoll, wenn diese beiden sich deutlich voneinander unterscheiden. Kriterien hierfür sind:

- die Nutzung von unterirdischen Streckenabschnitten,
- die Spurweite und
- die Definition des Verkehrsunternehmens.

Für die Städte Frankfurt am Main und Düsseldorf können durch die Kriterien Nutzung von unterirdischen Streckenabschnitten und Definition des Verkehrsunternehmens das Stadtbahn- und das Straßenbahnsystem voneinander unterschieden werden.

Für die Städte Essen und Bochum/Gelsenkirchen ist eine Differenzierung anhand der Spurweite und der Definition des Verkehrsunternehmens möglich.

Für die Städte Köln und Dortmund erfolgt keine Aufteilung in ein Straßenbahn- und ein Stadtbahnnetz. Die beiden Netze werden im Folgenden als Stadtbahnnetze bezeichnet. Die Differenzierung erfolgt hier anhand der eingesetzten Fahrzeuge.

Gewählte Bezeichnung	Spurweite	Unterirdische Strecken	Definition Betreiber
Stadtbahn Frankfurt am Main	1.435 mm	Ja	U-Bahn
Straßenbahn Frankfurt am Main	1.435 mm	Nein	Straßenbahn
Stadtbahn Köln – Hochflur	1.435 mm	Ja	Stadtbahn
Stadtbahn Köln – Niederflur	1.435 mm	Ja	Stadtbahn
Stadtbahn Düsseldorf	1.435 mm	Ja	Stadtbahn
Straßenbahn Düsseldorf	1.435 mm	Nein	Straßenbahn
Stadtbahn Essen	1.435 mm	Ja	Stadtbahn
Straßenbahn Essen	1.000 mm	Ja	Straßenbahn
Stadtbahn Bochum	1.435 mm	Ja	Stadtbahn
Straßenbahn Bochum	1.000 mm	Ja	Straßenbahn
Stadtbahn Dortmund – Hochflur	1.435 mm	Ja	Stadtbahn
Stadtbahn Dortmund – Niederflur	1.435 mm	Ja	Stadtbahn

Tabelle 3.1: Definition der Stadtbahn- und Straßenbahnsysteme

## 3.2 Frankfurt am Main

Frankfurt am Main ist mit mehr als 660.000 Einwohnern die fünftgrößte Stadt Deutschlands und die größte Stadt Hessens. 323.550 Menschen pendeln von außerhalb in das Stadtgebiet. Von diesen wohnen 55 % oder 178.176 Menschen in den unmittelbar an Frankfurt am Main grenzenden Landkreisen. Dagegen wohnen nur 65.606 Menschen in Frankfurt am Main, deren Arbeitsstelle sich außerhalb von Frankfurt am Main befindet. Die Summe von Ein- und Auspendlern beträgt rund 390.000 Menschen. Die große Anzahl von Pendlern verdeutlicht, dass Frankfurt am Main auf ein leistungsfähiges System des öffentlichen Personennahverkehrs angewiesen ist. <sup>[05], [06], [07]</sup>

### 3.2.1 Infrastruktur

Die Region um Frankfurt am Main wird durch das Netz der S-Bahn Rhein-Main erschlossen. Nahverkehrszüge verbinden Frankfurt am Main mit der Region und Städten und Gemeinden in Hessen, Rheinland-Pfalz, dem Saarland, Baden-Württemberg, Bayern und Nordrhein-Westfalen.

Im Stadtgebiet selbst und den direkt an dieses angrenzenden Städten und Gemeinden vervollständigt die U-Bahn bzw. Stadtbahn und die Straßenbahn das Angebot des schienengebundenen öffentlichen Personennahverkehrs. Das Stadtbahnnetz bzw. U-Bahn-Netz verfügt über Streckenabschnitte mit unabhängigem Bahnkörper, mit besonderem Bahnkörper und Streckenabschnitte im Straßenraum. Da die Unabhängigkeit des Systems nicht vollständig gegeben, wird im folgenden Text nur die Bezeichnung Stadtbahn verwendet.

Das Stadtbahn- und das Straßenbahnnetz sind in Normalspur von 1.435 mm ausgeführt. Beide Netze sind miteinander verbunden. Im Regelbetrieb fahren die Stadtbahnfahrzeuge auf den Strecken des Stadtbahnnetzes und die Straßenbahnfahrzeuge auf den Strecken des Straßenbahnnetzes. Ein Übergang findet nicht statt. Dies wäre auch nicht sinnvoll, da beide Systeme über sehr unterschiedliche Eigenschaften verfügen. Im Bereich des Stadtbahnnetzes fahren ausschließlich Hochflurfahrzeuge. Dagegen werden im Bereich des Straßenbahnnetzes mit wenigen Ausnahmen Niederflurfahrzeuge eingesetzt. Die Haltestellen sind den Zuglängen und den Einstiegshöhen angepasst.

#### 3.2.1.1 Straßenbahnnetz

Das Netz verfügt über 126 Haltestellen, die von 7 Straßenbahnlinien regelmäßig bedient werden. Zwei weitere Linien fahren nicht regelmäßig, sondern nur wenige Male am Tag oder nur zu Veranstaltungen in der Commerzbank-Arena, wie beispielsweise Fußballspiele oder Konzerte.

Die Streckenlänge des Straßenbahnnetzes beträgt 64 km. Die durchschnittliche Linienlänge liegt bei 10,65 km und die Linienlänge aller Linien bei 96 km. Zwischen zwei Haltestellen legt ein Straßenbahnfahrzeug durchschnittlich 510 m zurück.

Im Bereich des Straßenbahnnetzes gibt es drei Haltestellentypen: Den Einstieg vom Straßenniveau, den Einstieg von einem Bahnsteig mit normaler Bordhöhe (12 cm Bahnsteighöhe) und einen sog. niveaugleichen Einstieg von einem Bahnsteig mit einer Höhe von 24 cm. Die Fahrzeuge verfügen über eine Einstiegshöhe von 30 cm (siehe Kapitel 3.2.2). Beim Einstieg vom Straßenniveau beträgt die Höhe der zu überwindenden Stufe 30 cm. Beim Einstieg vom Bahnsteig mit normaler Bordhöhe ist eine Stufe von 18 cm zu überwinden. Die regelmäßig im Liniendienst eingesetzten Fahrzeuge verfügen über eine Einstiegshilfe an jeweils einer Tür. Es handelt sich bei den Fahrzeugen vom Typ R um eine elektrisch ausfahrbare Rampe, die vom Fahrpersonal bedient wird. Die neueren Fahrzeuge vom Typ S verfügen über eine mechanische Klapprampe, die von anderen Fahrgästen oder vom Fahrpersonal ausgeklappt werden kann, um mobilitätseingeschränkten Fahrgästen den Einstieg in das Fahrzeug zu ermöglichen. Beim niveaugleichen Einstieg ist eine maximale Stufenhöhe von 6 cm zu überwinden. Die Breite des Spalts beträgt maximal 6 cm. <sup>[11]</sup>

Die Einstiegssituation an den Haltestellen kann daher in die drei Kategorien nicht barrierefrei (Straßenniveau) eingeschränkt barrierefrei (niedriger Bahnsteig, Einstieg mittels Rampe an einer Tür möglich) und barrierefrei (hoher Bahnsteig, Einstieg an jeder Tür möglich) eingeteilt werden.

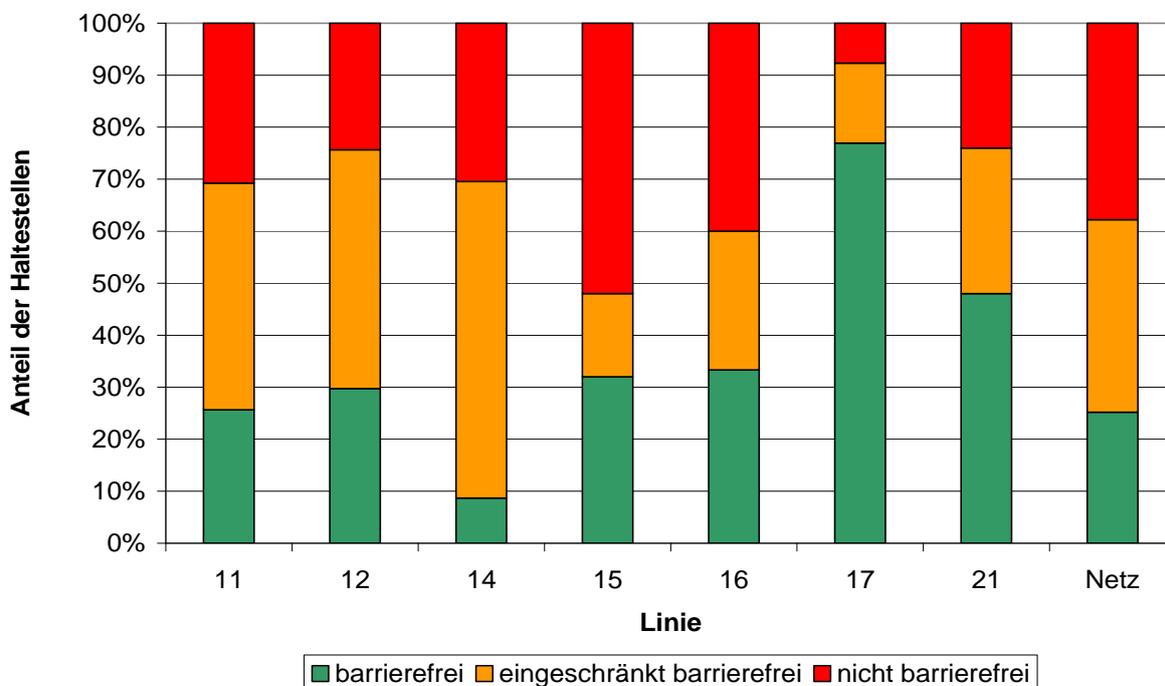


Abbildung 3.1: Barrierefreiheit des Straßenbahnnetzes in Frankfurt am Main

Die Abbildung 3.1 zeigt die Anteile der nicht barrierefreien, der eingeschränkt barrierefreien und der barrierefreien Haltestellen bezogen auf die einzelnen Linien und alle Haltestellen. Hierbei wird eine Haltestelle nur dann als barrierefrei gewertet, wenn der niveaugleiche Einstieg für alle Linien in beide Fahrtrichtungen gegeben ist. Dies gilt auch für eingeschränkt barrierefreie Haltestellen.

Die Barrierefreiheit der einzelnen Linien unterscheidet sich zum Teil deutlich. Sind bei der Linie 17 rund 90 % der Haltestellen barrierefrei oder eingeschränkt barrierefrei, beträgt der Anteil dieser Haltestellen bei der Linie 15 nur rund 50 %, was einer Differenz von 40 Prozentpunkten entspricht. Wird der Anteil der barrierefrei gestalteten Haltestellen betrachtet, sind auch hier große Unterschiede festzustellen. Der Anteil liegt im Bereich zwischen ca. 10 % bei der Linie 14 und ca. 75 % bei der Linie 17. Werden alle Haltestellen unabhängig von den Linien betrachtet, sind rund 25 % der Haltestellen komplett barrierefrei, ca. 35 % der Haltestellen sind eingeschränkt barrierefrei. Rd. 40 % der Haltestellen sind nicht barrierefrei.

#### 3.2.1.2 Stadtbahnnetz

Das Stadtbahnnetz besteht aus 3 Grundstrecken, die mit A, B und C bezeichnet werden. Jede dieser Grundstrecken wird von 2 bis 3 Linien befahren. Insgesamt gibt es 7 Stadtbahnlinien.

Die Streckenlänge des Stadtbahnnetzes liegt bei 61 km <sup>[09]</sup>. Das Netz verfügt über 84 Haltestellen, davon sind 27 unterirdische Stationen und 57 oberirdische Haltestellen. Der durchschnittliche Abstand zwischen zwei Haltestellen beträgt 710 m. Die durchschnittliche Linienlänge liegt bei 12,39 km und die Summe der Linienlängen aller Linien bei 87 km <sup>[09]</sup>.

Die Einstiegssituation wird auch bei der Stadtbahn in 3 Kategorien eingeteilt. Haltestellen und Stationen sind barrierefrei, wenn bei unterirdischen Stationen die Bahnsteige mit Aufzügen zu erreichen sind. Oberirdische Haltestellen müssen über einen stufenlosen Zugang zum Bahnsteig verfügen. Der Zugang zum Fahrzeug muss ebenfalls barrierefrei gestaltet sein. Beim Einsatz verschiedener Fahrzeugtypen muss zumindest ein Fahrzeugtyp diesen Ansprüchen genügen. Die unterirdischen Stationen, die nur über Treppen oder Rolltreppen zugänglich sind, werden als eingeschränkt barrierefrei bezeichnet. Alle anderen Haltestellen sind nicht barrierefrei.

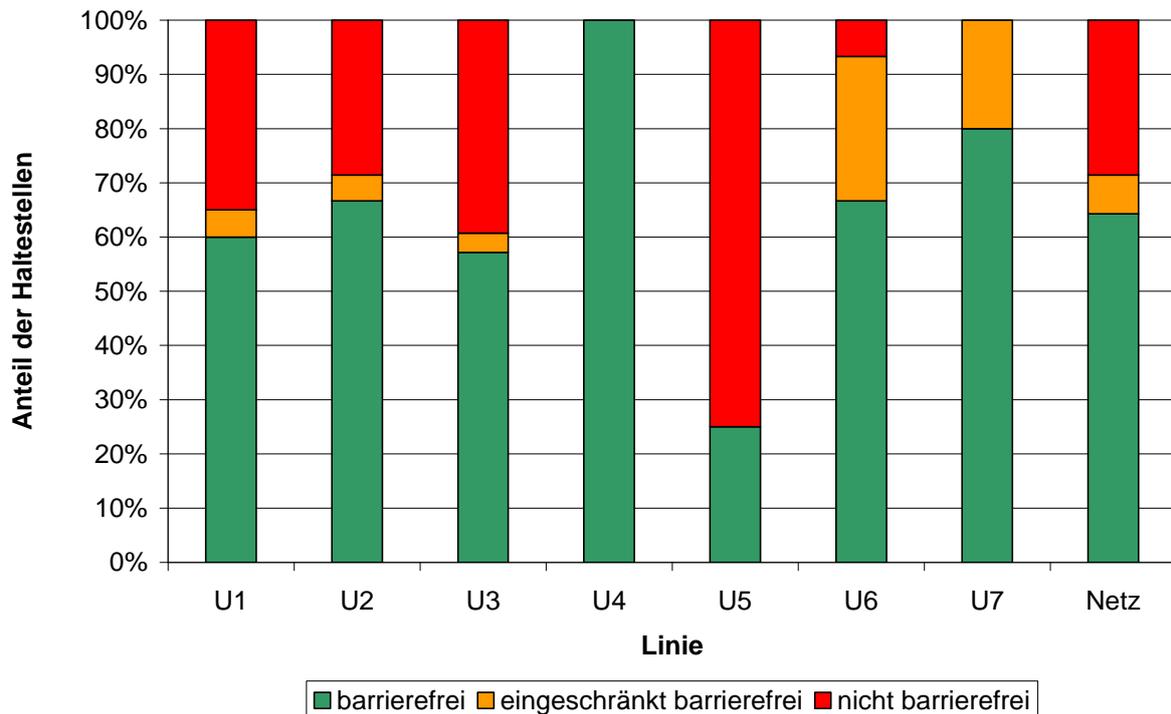


Abbildung 3.2: Barrierefreiheit des Stadtbahnnetzes in Frankfurt am Main

Wie die Abbildung 3.2 zeigt, ist der Grad der Barrierefreiheit der einzelnen Stadtbahnlinien sehr unterschiedlich. Die Linie U4 bietet den Fahrgästen an sämtlichen Stationen einen barrierefreien Zugang. Dagegen sind bei der Linie U5 nur ca. 25 % der Stationen barrierefrei ausgebaut.

### 3.2.2 Fahrzeuge

#### 3.2.2.1 Straßenbahn

Im Straßenbahnnetz kommen im Regelbetrieb zwei verschiedene Fahrzeugtypen zum Einsatz. Beides sind Niederflurfahrzeuge. Die Fahrzeuge des Typs R werden seit 1993 und die Fahrzeuge des Typs S seit 2003 eingesetzt. Neben den insgesamt 103 Niederflurfahrzeugen stehen einige Hochflurfahrzeuge zur Verfügung, die nur in Ausnahmefällen zum Einsatz kommen. Von den 103 Niederflurfahrzeugen werden 89 planmäßig im Liniendienst eingesetzt. 14 Fahrzeuge dienen als Betriebs- und Werkstattreserve, was einem Anteil von 16 % – bezogen auf die planmäßig eingesetzten Fahrzeuge – entspricht. <sup>[12]</sup>

Im Folgenden werden nur die Niederflurfahrzeuge betrachtet, da der Anteil der Hochflurfahrzeuge verschwindend gering ist.

Bezeichnung	Fahrzeug R	Fahrzeug S
Hersteller	Duewag	Bombardier
Baujahr	1992 – 1997	2003 – 2007
Anzahl	38	65
Länge	27,60 m	30,04 m
Breite	2,35 m	2,40 m
Spurweite	1.435 mm	1.435 mm
Leergewicht	37 t	40 t
Kapazität	170 Personen	179 Personen
Sitzplätze	59	64
Stehplätze	111	115
Einstiegshöhe	30 cm	30 cm
Niederfluranteil	100 %	~ 70 %
Einstiegshilfe	Elektrische Rampe	Mechanische Rampe

Tabelle 3.2: Technische Daten der Straßenbahnfahrzeuge in Frankfurt am Main <sup>[08], [09]</sup>

Die wesentlichen technischen Daten beider Fahrzeugtypen sind in der Tabelle 3.2 gegenübergestellt. Beide Fahrzeugtypen weisen sehr ähnliche Eigenschaften auf. Die Einstiegshöhe ist bei beiden Fahrzeugen mit 30 cm identisch. Wie bereits beschrieben, ist an Bahnsteigen mit einer Höhe von 24 cm eine komfortable Einstiegsituation mit einer Stufenhöhe von 6 cm an allen Türen gewährleistet. Für den Halt an einem niedrigen Bahnsteig mit einer Höhe von 12 cm verfügen beide Fahrzeuge über eine Einstiegshilfe. Das ältere Fahrzeug vom Typ R verfügt über eine elektrische Rampe, die vom Fahrpersonal bedient wird. Das neuere Fahrzeug vom Typ S verfügt dagegen über eine mechanische Klapprampe.

Beide Einstiegshilfen haben Vorteile und Nachteile. Die elektrische Rampe kann nur vom Fahrpersonal bedient werden. Der Fahrer oder die Fahrerin müssen dafür nicht ihren Arbeitsplatz verlassen. Die mechanische Rampe kann auch von den Fahrgästen bedient werden. Außerdem sind die Kosten für eine mechanische Rampe deutlich geringer als für eine elektrische Rampe. Auch die Störanfälligkeit ist bei der mechanischen Rampe deutlich geringer anzusetzen. Nachteil der mechanischen Rampe ist, dass für den Fall, dass kein Fahrgast sich in der Nähe der Tür aufhält oder nicht bereit ist, die Rampe zu bedienen, das

Fahrpersonal sich zu der Tür begeben und die Rampe aus- und wieder einklappen muss. Der Zeitbedarf hierfür ist deutlich größer als für die Bedienung der elektrischen Rampe.

Generell hat die Verwendung von Einstiegshilfen Vor- und Nachteile. Sie ermöglichen Rollstuhlfahrern und Rollstuhlfahrerinnen auch an niedrigen Bahnsteigen den Zugang zum Fahrzeug. Allerdings steht ihnen nur eine Tür zur Verfügung, wodurch der Zeitbedarf für den Fahrgastwechsel deutlich ansteigt kann, wenn mehrere Fahrgäste im Rollstuhl an einer Haltestelle ein- oder aussteigen möchten. Die anderen Fahrgäste, die nicht in ihrer Mobilität eingeschränkt sind, sind durch die verlängerte Haltezeit irritiert und suchen den Grund für diese. Das kann dazu führen, dass es Fahrgästen im Rollstuhl unangenehm ist, das Straßenbahnfahrzeug zu benutzen.

### 3.2.2.2 Stadtbahn

Für den Betrieb der 7 Stadtbahnlinien wird auf 6 Typen von Triebwagen zurückgegriffen, wobei sich die Fahrzeuge vom Typ U2e und U2h nur durch die Einstiegshöhe unterscheiden. Insgesamt stehen 210 Triebwagen zur Verfügung, von denen 186 im Liniendienst eingesetzt werden. 24 Triebwagen dienen als Reserve, was einem Anteil von rund 13 % entspricht.<sup>[12]</sup>

Die Haltestellen weisen unterschiedliche Ausstattungsstandards auf. Neben dem Einstieg vom Straßenniveau ohne Bahnsteig existieren Niedrigbahnsteige und Hochbahnsteige. Nur die Hochbahnsteige erlauben einen barrierefreien Zugang zu den Fahrzeugen. Die Hochbahnsteige der Stadtbahnlinien der Stammstrecke A (U1, U2 und U3) haben eine Höhe von 80 cm über Schienenoberkante, die Hochbahnsteige der anderen Stadtbahnlinien (U4, U5, U6, und U7) haben eine Höhe von 87 cm über Schienenoberkante.

Die Fahrgäste müssen beim Einstieg vom Hochbahnsteig in ein Fahrzeug der Linien U1, U2 und U3 eine Stufe von ca. 7 cm überwinden. Bei den älteren Fahrzeugen vom Typ U2h muss eine weitere Stufe von ca. 6 cm Höhe im Fahrzeuginnenraum überwunden werden. Außerdem beschränkt die Mittelstange die Einstiegsbreite auf 61 cm. Die Fahrzeuge vom Typ U2h werden zunehmend durch neuere Fahrzeuge ersetzt, sodass in Zukunft nur noch Fahrzeuge vom Typ U4 und U5 zum Einsatz kommen werden. Diese weisen keine Stufe im Fahrzeuginnenraum auf. Außerdem steht durch den Verzicht auf die Mittelstangen eine Einstiegsbreite von 1,30 m zur Verfügung.

Die Hochbahnsteige der Stadtbahnlinien U4, U5, U6 und U7 haben eine Höhe von 87 cm. Hier werden die Fahrzeuge vom Typ Ptb, U2e und U3 eingesetzt. Diese haben eine Fußbodenhöhe von 96 bzw. 97 cm. Der Fahrgast muss eine 9 bzw. 10 cm hohe Stufe beim Einstieg in das Fahrzeug überwinden. Bei den Fahrzeugen vom Typ U2e und U3 wurde an jeweils einer Tür auf jeder Seite die Mittelstange entfernt, sodass hier eine Einstiegsbreite von 1,25 m zur Verfügung steht. Die anderen Fahrzeuge bieten an den Türen am Wagende und am Wagenanfang jeweils eine Einstiegsbreite von 62,5 cm. Die Einstiegsbreite an

den anderen Türen beträgt 59 cm. Diese Fahrzeuge werden hauptsächlich auf den Linien U5 und U6 eingesetzt. <sup>[10]</sup>

Die Fahrzeuge vom Typ Ptb weisen im Gegensatz zu den anderen Stadtbahnfahrzeugen eine Breite von nur 2,58 m anstelle von 2,65 m auf. Auch der Aufbau der Bezeichnung, die nicht mit dem Buchstaben U gefolgt von einer Ziffer beginnt, unterscheidet diese Fahrzeugserie von den anderen. Bei den Fahrzeugen handelt es sich um umgebaute Straßenbahnfahrzeuge des Typs P. Diese wurden für den Einsatz im Tunnel umgebaut. Neben anderen Maßnahmen war hierfür eine Verbreiterung des Fahrzeugs im Bereich der Türen von 2,35 m auf 2,58 m erforderlich, um die Spaltbreite zwischen Fahrzeug und Hochbahnsteig zu begrenzen. Der Buchstabe t in der Bezeichnung steht für tunnelgängig und der Buchstabe b für die Verbreiterung des Fahrzeuges.

Bezeichnung	Ptb	U2e	U2h	U3	U4	U5
Hersteller	Duewag	Duewag	Duewag	Duewag	Duewag	Bombardier
Baujahre	1973 – 1978	1968 – 1984	1968 – 1984	1979 – 1980	1994 – 1995	Ab 2007
In Betrieb	59	34	65	27	39	K. A.
Länge	28,72	24,29 m	24,29 m	25,68 m	25,84 m	25,00 m
Breite	2,58 m	2,65 m	2,65 m	2,65 m	2,65 m	2,65 m
Spurweite	1.435 mm	1.435 mm	1.435 mm	1.435 mm	1.435 mm	1.435 mm
Leergewicht	35 t	31 t	31 t	36 t	37 t	38 t
Kapazität	170 Personen	226 Personen	226 Personen	246 Personen	174 Personen	184 Personen
Sitzplätze	62	64	64	64	63	48
Stehplätze	108	162	162	182	111	136
Einstiegshöhe	96 cm	97 cm	87 cm	97 cm	87 cm	87 cm
Einsatzgebiet [Linien]	U4, U5, U6, U7	U4, U7	U1, U2, U3	U4	U1, U2, U3	U1, U2, U3

Tabelle 3.3: Technische Daten der Stadtbahnfahrzeuge in Frankfurt am Main <sup>[10], [11]</sup>

### 3.2.3 Betriebskonzept

#### 3.2.3.1 Straßenbahn

Zur Hauptverkehrszeit fahren 2 Linien im 7,5-Minuten-Takt, die anderen Linien fahren im 10-Minuten-Takt. Viele Streckabschnitte werden von mehr als einer Linie bedient, sodass sich Zugfolgezeiten von 5 Minuten und weniger ergeben. Die Fahrzeuge vom Typ R sind nicht traktionsfähig. Bei Großveranstaltungen werden teilweise Zwei-Wagen-Züge der Fahrzeuge vom Typ S eingesetzt. Im Regelbetrieb kommen nur Ein-Wagen-Züge zum Einsatz.

#### 3.2.3.2 Stadtbahn

Die Stadtbahnlinien fahren zur Hauptverkehrszeit im 5- oder 7,5-Minuten-Takt. Auf den Stammstrecken ergibt sich durch die Bündelung von zwei oder drei Linien ein 2,5- bzw. ein 3,75-Minuten-Takt. Es werden Ein-, Zwei-, Drei- und Vierwagenzüge eingesetzt. Vierwagenzüge werden nur zu Zeiten besonders starker Nachfrage eingesetzt, in der Spitzenstunde oder anlässlich von Veranstaltungen, wie beispielsweise Messen. Ein-Wagen-Züge kommen nur bei sehr geringer Nachfrage zum Einsatz, z. B. in den frühen Morgenstunden von Sonn- und Feiertagen.

### 3.2.4 Kennzahlen

Zum Vergleich des Stadtbahn- und des Straßenbahnnetzes sind die wesentlichen Eigenschaften in der unten stehenden Tabelle 3.4 gegenübergestellt. Die beiden Netze verfügen mit 61 bzw. 64 km über eine sehr ähnliche Streckenlänge. Ein wesentlicher Unterschied ist der durchschnittliche Haltestellenabstand. Bei der Straßenbahn beträgt dieser 510 m, während das Stadtbahnssystem mit 700 m einen deutlich größeren Haltestellenabstand aufweist. Außerdem verfügt das Stadtbahnnetz über nur 84 Haltestellen, im Gegensatz zu dem Straßenbahnnetz mit 127 Haltestellen.

Die Straßenbahnzüge fahren in der Regel in Einfachtraktion, die Stadtbahnzüge bestehen mit wenigen Ausnahmen aus mehreren Fahrzeugen. Das Verhältnis von Zugkilometern und Platzkilometern liegt bei der Straßenbahn bei rund 175 Plätzen pro Zug und bei der Stadtbahn bei rund 430 Plätzen pro Zug. Bei der Berücksichtigung der durchschnittlichen Kapazität eines Fahrzeuges ergeben sich für das Straßenbahnssystem durchschnittlich ein Fahrzeug pro Zug und für das Stadtbahnssystem durchschnittlich 2,5 Fahrzeuge je Zug.

Analog zu dem größeren Kapazitätsangebot der Stadtbahn gegenüber der Straßenbahn verhält sich auch das Verhältnis der Anzahl der beförderten Fahrgäste und der Verkehrsleistung. Mit dem Stadtbahnssystem wurde im vergangenen Jahr die 2,3-fache Anzahl von Personen gegenüber dem Straßenbahnssystem befördert. Das Verhältnis der Transportleistung des Stadtbahnsystems zu der Transportleistung des Straßenbahnsystems lag im vergangenen Jahr bei 2,4.

	Straßenbahn	Stadtbahn
Streckenlänge	64 km	61 km
Linienlänge	96 km	87 km
Mittlerer Haltestellenabstand	510 m	700 m
Mittlere Linienlänge	10,65 km	12,39 km
Anzahl Linien	7	7
Anzahl Haltestellen	127	84
Personenkilometer	191,3 Mio.	450,6 Mio.
Fahrgäste	48,6 Mio.	112,1 Mio.
Takt	7,5 / 10	5 / 7,5
Fahrzeuge gesamt	103	210
Fahrzeuge Umlauf	89	186
Fahrzeuge Reserve	14	24

Tabelle 3.4: Kennzahlen Frankfurt am Main <sup>[08], [10], [12]</sup>

### 3.3 Köln

Mit rund einer Million Einwohnern ist Köln die viertgrößte Stadt Deutschlands und die größte Stadt in Nordrhein-Westfalen. Das Gebiet der Stadt Köln wird vom Rhein in ein linksrheinisches und ein rechtsrheinisches Gebiet geteilt. Das linksrheinische Gebiet übertrifft die Fläche des rechtsrheinischen Gebiets um ca. ein Drittel. Die beiden Teile der Stadt werden durch je zwei Autobahn- und Eisenbahnbrücken und vier Straßenbrücken miteinander verbunden. Drei dieser Straßenbrücken sind mit einer Stadtbahnstrecke ausgestattet und verknüpfen beide Teile des Stadtbahnnetzes.

#### 3.3.1 Infrastruktur

Das normalspurige Schienennetz der Kölner Verkehrsbetriebe umfasst eine Betriebsstreckenlänge von 195 km. Zwei Stadtbahnlinien fahren bis nach Bonn. Die Streckenlänge, die von den Fahrzeugen hier befahren wird, liegt bei 12 km. Die Linienlänge der 11 Stadtbahnlinien beträgt 237 km. Das Kölner Stadtbahnnetz lässt sich in ein Hochflurnetz und ein Niederflurnetz einteilen. Auf 5 von 11 Linien werden Niederflur- und auf den 6 verbleibenden Linien Hochflurfahrzeuge eingesetzt. Durch die Umgestaltung des Liniennetzes ist es gelungen, den Anteil von Streckenabschnitten, die von beiden Fahrzeugtypen befahren werden, auf einen Anteil von weniger als 3 % der gesamten Streckenlänge zu reduzieren. Nach der Fertigstellung und Eröffnung der neuen Nord-Süd-Stadtbahn wird der Linienweg einzelner Linien angepasst. Dadurch entfällt ein gemeinsam von Hochflur- und Niederflurfahrzeugen genutzter Abschnitt. Es verbleibt dann nur noch ein gemeinsam genutzter Streckenabschnitt von ca. 1,0 km Länge. Die Umstrukturierung des Netzes ist damit weitgehend abgeschlossen.

##### 3.3.1.1 Niederflurnetz

Das Niederflurnetz besteht aus 5 Stadtbahnlinien. Einen gemeinsamen Streckenabschnitt nutzen die Linien 1, 7 und 9. Außerdem befahren die Linien 12 und 15 einen gemeinsamen Streckenabschnitt.

Die Niederflurfahrzeuge verfügen über eine Einstiegshöhe von 41 cm. Von den 117 Haltestellen und Stationen des Niederflurnetzes sind 107 barrierefrei ausgebaut. Diese sind mit Bahnsteigen mit einer Höhe von 35 cm versehen. Die Fahrgäste müssen beim Einstieg eine Stufe von 6 cm überwinden. Der Anteil der barrierefrei ausgestatteten Haltestellen schwankt je nach Linie zwischen rund 85 % und 100 %, wie die Abbildung 3.3 zeigt. Die Linie 7 verfügt als einzige Niederflur-Stadtbahnlinie über eine 100-prozentige Ausstattung mit barrierefreien Haltestellen. Von den 10 Haltestellen des Niederflurnetzes, die nicht barrierefrei sind, sind 8 unterirdische Stationen. Diese müssen noch mit Aufzügen nachgerüstet werden, um auch für Rollstuhlfahrer und Rollstuhlfahrerinnen zugänglich zu sein.

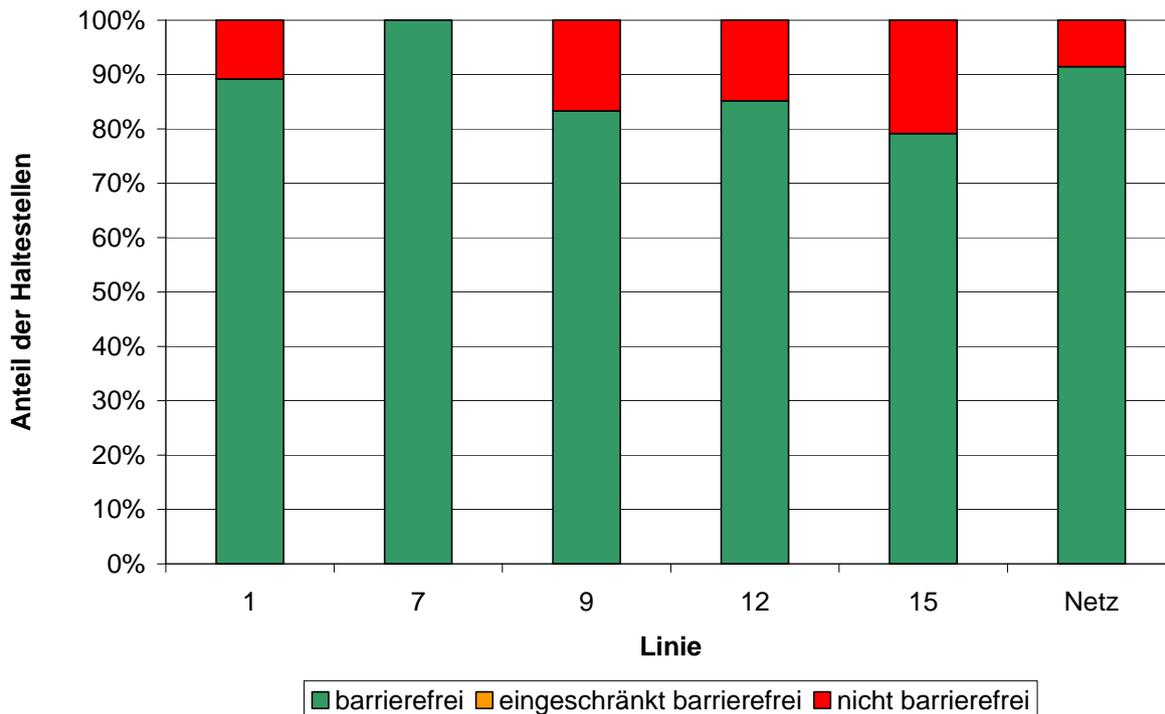


Abbildung 3.3: Barrierefreiheit des Niederflurnetzes in Köln

Wie die Abbildung 3.3 zeigt, gibt es im Niederflurnetz keine eingeschränkt barrierefreien Haltestellen. Zur Vereinheitlichung der Darstellung der Barrierefreiheit der untersuchten Stadt- und Straßenbahnnetzes weist die Legende auch bei den folgenden Diagrammen die Kategorie „eingeschränkt barrierefrei“ aus, auch wenn es keine Haltestellen dieser Kategorie vor Ort gibt.

### 3.3.1.2 Hochflurnetz

Die Ausstattung des Hochflurnetzes mit barrierefreien Haltestellen ist im Vergleich mit dem Niederflurnetz noch nicht so weit fortgeschritten. Die Hochbahnsteige weisen eine Höhe von 90 cm auf, bei einer Einstiegshöhe der Fahrzeuge von 98 bzw. 100 cm muss eine Stufe mit einer Höhe von 8 bzw. 10 cm überwunden werden. Die Abbildung 3.4 zeigt, dass keine der 6 Linien komplett mit barrierefreien Haltestellen ausgestattet ist. Die Auswertung berücksichtigt alle Haltestellen der Stadtbahnlinien mit Ausnahme derer in der Stadt Bonn. Der Anteil der barrierefreien Haltestellen der Stadtbahnlinien 3, 4 und 18 liegt bei rund 90 %. Bei der Stadtbahnlinie 16 liegt er bei 60 %. Die Linien 5 und 13 verfügen mit einem Anteil der barrierefrei ausgestatteten Haltestellen von 20-25 % über den niedrigsten Grad der Barrierefreiheit.

Bei der Betrachtung aller Haltestellen des Hochflurnetzes ergibt sich ein Anteil der barrierefrei gestalteten Haltestellen von rund zwei Dritteln. Von den 126 Haltestellen des Hochflur-

netzes müssen noch 41 umgebaut werden, um den Anforderungen der in ihrer Mobilität eingeschränkten Fahrgäste zu genügen.

Nach der Fertigstellung der Nord-Süd-Stadtbahn werden Änderungen am Liniennetz vorgenommen. Dies führt dazu, dass ein Teil der Strecken, die gemeinsam von Hochflur- und Niederflurfahrzeugen genutzt werden, nur noch von Niederflurfahrzeugen genutzt werden, da für die Hochflurfahrzeuge dann ein alternativer Fahrweg zur Verfügung steht. Durch diese Trennung sind dann die jeweiligen Strecken mit barrierefreien Haltestellen ausgestattet. Der Anteil der barrierefreien Haltestellen bezogen auf die gesamte Anzahl der Haltestellen wird sich weiter erhöhen.

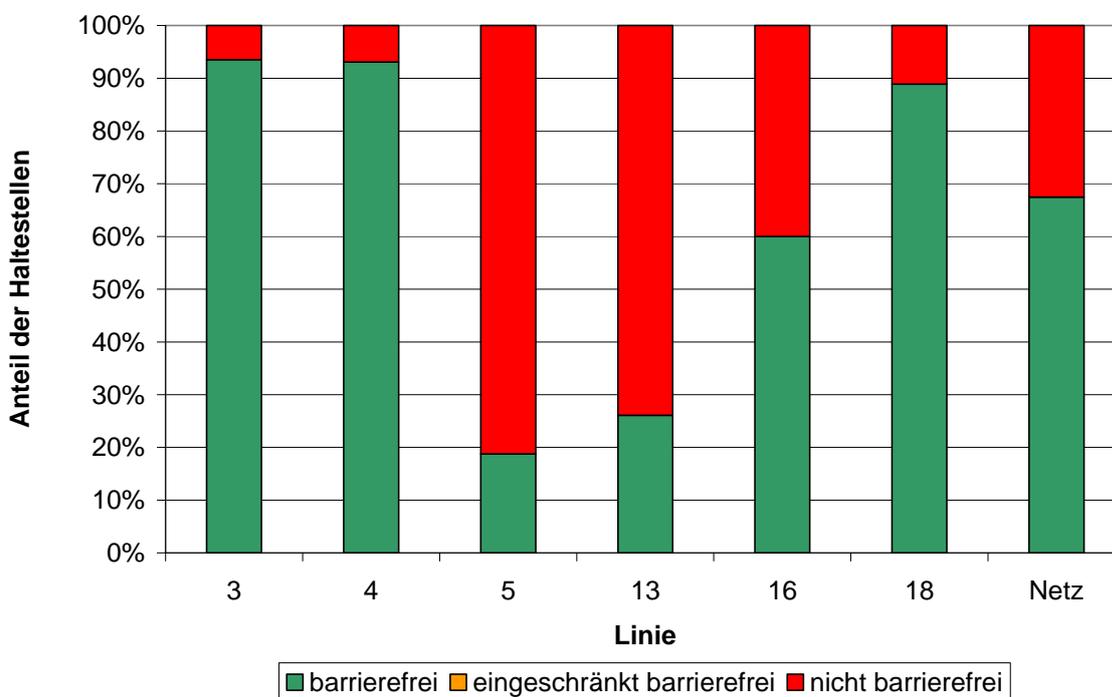


Abbildung 3.4: Barrierefreiheit des Hochflurnetzes in Köln

### 3.3.2 Fahrzeuge

In Köln werden sowohl Hochflur- als auch Niederflurfahrzeuge eingesetzt. In der Regel werden die Hochflurfahrzeuge nur im Bereich des Hochflurnetzes eingesetzt. Die Hochflurfahrzeuge verfügen über Trittstufen, daher können sie auch Strecken befahren, die nicht mit Hochbahnsteigen ausgestattet sind. Die Niederflurfahrzeuge können Strecken, die mit Hochbahnsteigen ausgestattet sind, nicht im Fahrgastbetrieb befahren. Die Höhe des Bahnsteiges würde die Fußbodenhöhe des Fahrzeuges deutlich überschreiten. Das technische Regelwerk schreibt vor, dass die Höhe des Fahrzeugbodens die Höhe des Bahnsteiges

nicht unterschreiten soll. Ein Halt von Niederflurfahrzeugen an einem Hochbahnsteig zum Fahrgastwechsel ist daher ausgeschlossen.

Die gemeinsam genutzten Streckenabschnitte sind daher mit Bahnsteigen ausgestattet, deren Höhe auf die Fußbodenhöhe der Niederflurfahrzeuge abgestimmt ist. Sie bieten beim Halt eines Niederflurfahrzeuges einen barrierefreien Zugang zum Fahrzeug. Für Hochflurfahrzeuge sind diese Haltestellen nicht barrierefrei.

### 3.3.2.1 Niederflurfahrzeuge

In Köln werden seit 1995 Niederflurfahrzeuge eingesetzt. Die Fahrzeuge vom Typ K4000 verfügen über einen Niederfluranteil von ca. 70 %. Insgesamt wurden in den Jahren 1995 bis 1997 120 Fahrzeuge geliefert. Es wurden außerdem vier baugleiche Fahrzeuge nachbestellt, die im Jahr 2001 geliefert wurden. Insgesamt stehen 124 Fahrzeuge zur Verfügung. Die Fahrzeuge verfügen über zwei Drehgestelle mit jeweils zwei angetriebenen Achsen, die an den beiden Enden des Fahrzeugs angeordnet sind. In diesem Bereich ist der Fahrzeugboden angehoben, um eine ausreichende Bewegungsfreiheit für die Drehgestelle herzustellen. In der Mitte des Fahrzeuges sind vier Räder jeweils paarweise gegenüberliegend angeordnet. Diese sind nicht durch eine Achse miteinander verbunden. Es handelt sich um so genannte Losräder.

Nachdem die Entscheidung gefallen war, die Linien 12 und 15 ebenfalls auf den Betrieb von Niederflurfahrzeugen umzustellen, mussten neue Fahrzeuge beschafft werden. Es wurden in den Jahren 2005 - 2007 insgesamt 69 Fahrzeuge vom Typ K4500 gebaut.

In der Tabelle 3.5 sind die wesentlichen Eigenschaften der Fahrzeuge K4000 und K4500 gegenübergestellt. Während die Fahrzeuglänge, die Fahrzeugbreite, die Fahrzeugkapazität und die Einstiegshöhe gleich sind oder nur geringe Abweichungen zeigen, weist das neue Fahrzeug ein etwas höheres Gewicht auf. Auch das Verhältnis von Sitzplätzen zu Stehplätzen unterscheidet sich.

Das Fahrzeug vom Typ K4500 verfügt ebenfalls über zwei angetriebene Drehgestelle an den beiden Enden vier Losräder in der Mitte des Fahrzeugs. Durch die Verwendung von Drehgestellen kann bei der Konstruktion des Antriebs auf Sonderkonstruktion verzichtet werden. Dies reduziert den Verschleiß beim Betrieb des Fahrzeugs sowohl am Fahrzeug selbst als auch am Fahrweg und senkt die Anschaffungskosten und die laufenden Kosten.

Bezeichnung	K4000	K4500
Hersteller	Bombardier	Bombardier
Baujahre	1995 – 1997, 2001	2005 – 2007
Anzahl	124	69
Länge	28,4 m	28,5 m
Breite	2,65 m	2,65 m
Spurweite	1.435 mm	1.435 mm
Leergewicht	35,5 t	39,0 t
Kapazität	186	183
Sitzplätze	70	58
Stehplätze	116	125
Einstiegshöhe	41 cm	41 cm
Niederfluranteil	~ 70 %	~ 70 %
Einstiegshilfe	Keine	Keine

Tabelle 3.5: Technische Daten der Niederflurfahrzeuge Köln

### 3.3.2.2 Hochflurfahrzeuge

Für den Betrieb der sechs Hochflurlinien stehen insgesamt 174 Fahrzeuge zur Verfügung, wie die unten stehende Tabelle 3.6 zeigt. 115 davon sind Fahrzeuge vom Typ B100S bzw. B80D, die auch in anderen Städten Nordrhein-Westfalens eingesetzt werden. Die Fahrzeuge wurden zwischen 1973 und 1996 in insgesamt vier Serien angeschafft. Sie verfügen über eine Länge von knapp 27 m und eine Fahrzeugbreite von 2,65 m. Je nach Typ können mit einem Stadtbahnwagen rund 180-190 Fahrgäste transportiert werden.

Bei den älteren Stadtbahnwagen vom Typ B (B100S, B80D) liegt die Einstiegshöhe bei 100 cm. Wie bereits dargestellt, weisen die Hochbahnsteige eine Höhe von 90 cm auf, sodass der Fahrgast beim Einstieg eine Stufe von 10 cm überwinden muss. Die Einstiegshöhe der neueren Fahrzeuge vom Typ K5000 beträgt 98 cm, die Höhe der Stufe damit 8 cm.

Die Fahrzeuge verfügen über eine Zulassung nach EBO. Dies ist erforderlich, damit sie auf den Linien nach Bonn eingesetzt werden können, ein Teil dieser Strecken sind Eisenbahnstrecken gemäß EBO. Fahrzeuge, die diese Strecken befahren, müssen den technischen Anforderungen genügen.

Die Niederflurfahrzeuge vom Typ K4500 und die Hochflurfahrzeuge vom Typ K5000 gehören beide zur Fahrzeugfamilie Flexity Swift des Herstellers Bombardier. Dies führt zu Vorteilen hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit, da beispielsweise der Ersatzteilbestand geringer ausfallen kann. Bei der Konstruktion der Fahrzeuge wurde auf die Verwendung von möglichst vielen gleichartigen Teilen Wert gelegt. Diese müssen nicht für beide Fahrzeugbaureihen getrennt vorgehalten werden.

Bezeichnung	B100S / B80D	K5000
Hersteller	Duewag	Bombardier
Baujahre	1973,1975,1976, 1984,1985, 1987 – 1992,1995, 1996	2002 – 2003
Anzahl	115	59
Länge	26,9 m	28 m
Breite	2,65 m	2,65 m
Spurweite	1.435 mm	1.435 mm
Leergewicht	37,0 – 39,0 t	37,8 t
Kapazität	179 – 192 Personen	177 Personen
Sitzplätze	66 – 77	62
Stehplätze	102 – 126	115
Einstiegshöhe	100 cm	98 cm
Niederfluranteil	0 %	0 %

Tabelle 3.6: Technische Daten der Hochflurfahrzeuge Köln

### 3.3.3 Betriebskonzept

Die Stadtbahnen fahren tagsüber im 10-Minuten-Takt. Bei einzelnen Linien wird nicht der gesamte Linienweg im 10-Minuten-Takt bedient. Vor allem außerhalb der Hauptverkehrszeit wird auf Linienästen, die sich am Rand des Netzes befinden, nur ein 20-Minuten-Takt angeboten. Außerdem findet auf einigen Streckenabschnitten eine Taktverdichtung zu einem 5-Minuten-Takt statt.

Die Stadtbahnzüge bestehen i. d. R. aus zwei Fahrzeugen. Ein-Wagen-Züge werden nur zu Zeiten sehr schwacher Nachfrage eingesetzt. Der Einsatz von Drei-Wagenzügen ist nur auf einzelnen Streckenabschnitten möglich. Die Bahnsteige müssen eine ausreichende Länge

aufweisen und die Länge eines Drei-Wagen-Zuges beträgt mehr als 75 m, dem Grenzwert nach BOStrab. Ohne Ausnahmegenehmigung ist ein Betrieb dieser Züge nicht zulässig.

### 3.3.4 Kennzahlen

Die wesentlichen Kennzahlen, die das Stadtbahnnetz charakterisieren, sind in der unten stehenden Tabelle 3.7 zusammengestellt. Es wird deutlich, dass das Netz zu zwei ähnlich großen Teilen in Niederflur- und Hochflurnetz aufgeteilt ist. Neben der Streckenlänge zeigen dies auch die Anzahl der Linien und die Anzahl der Fahrzeuge.

	Hochflurnetz	Niederflurnetz
Streckenlänge	118 km (inkl. 12 km in Bonn)	79 km
Linienlänge	237,3 km	
Mittlerer Haltestellenabstand	728 m	
Mittlere Linienlänge	21,5 km	
Anzahl Linien	6	5
Anzahl Haltestellen	126	117
Personenkilometer	1.337 Mio.	
Fahrgäste	261,6 Mio.	
Takt	5 / 10 / 20	5 / 10 / 20
Fahrzeuge gesamt	174	193
Fahrzeuge Umlauf	152	160
Fahrzeuge Reserve	22	33

Tabelle 3.7: Kennzahlen Köln

### 3.4 Düsseldorf

In Düsseldorf leben rund 585.000 Einwohner. Das Angebot des schienengebundenen öffentlichen Personennahverkehrs umfasst das S-Bahn-Netz Rhein-Ruhr, Regional-Express- und Regionalbahn-Linien sowie das Straßenbahn- und das Stadtbahnnetz. Betrieben werden die Straßenbahn- und die Stadtbahnlinien von der Rheinbahn AG. Neben dem Stadtgebiet der Landeshauptstadt erschließt das Schienennetz auch Teile der Städte Duisburg, Neuss, Krefeld und Ratingen.

#### 3.4.1 Infrastruktur

Die Streckenlänge des normalspurigen Straßenbahn- und des Stadtbahnnetzes beträgt rund 140 km. Es gibt 2 Streckenabschnitte mit einer Länge von insgesamt ca. 8 km, die gemeinsam von Straßenbahn- und Stadtbahnfahrzeugen befahren werden.

Das Angebot umfasst 13 Straßenbahn- und 7 Stadtbahnlinien. Das Netz verfügt über 258 Haltestellen. Davon werden 27 von Straßenbahn- und Stadtbahnfahrzeugen gemeinsam bedient. Die verbleibenden 231 Haltestellen sind nur Bestandteil eines der beiden Netze. Der durchschnittliche Haltestellenabstand liegt im Stadtbahnnetz bei 771 m, im Straßenbahnnetz dagegen nur bei 454 m.

##### 3.4.1.1 Straßenbahnnetz

Das Straßenbahnnetz umfasst Strecken mit einer Länge von 85,3 km. Dieses umfasst die bereits erwähnten, gemeinsam mit der Stadtbahn genutzten Streckenabschnitte. Die durchschnittliche Linienlänge beträgt 12,4 km und die 13 Straßenbahnlinien verfügen zusammen über eine Linienlänge von 161 km.

Im Straßenbahnnetz werden Hochflurfahrzeuge auf 8 Linien und Niederflurfahrzeuge auf 5 Linien eingesetzt. Zur Verstärkung des Angebots zu den nachfragestarken Zeiten dienen 2 der 8 Hochflurlinien. Sie verkehren nur einige Male am Tag. Werden nur die tagsüber regelmäßig fahrenden Linien betrachtet, liegt das Verhältnis der Anzahl von Niederflurlinien zu Hochflurlinien bei 5 zu 6.

Die Niederflurfahrzeuge verfügen über eine Einstiegshöhe von 29 cm bzw. 30 cm. Die Haltestellen, die für den barrierefreien Ein- und Ausstieg bereits umgebaut wurden, weisen eine Bahnsteighöhe von 24 oder 25 cm auf. Die Fahrgäste müssen hier beim Einstieg in das Fahrzeug eine maximal 6 cm hohe Stufe überwinden. Beim Einsatz von Hochflurfahrzeugen ist ein barrierefreier Ein- und Ausstieg nicht möglich.

Die Abbildung 3.5 zeigt den Anteil der barrierefrei gestalteten Haltestellen, der eingeschränkt barrierefrei gestalteten Haltestellen und der nicht barrierefrei gestalteten Haltestellen. Dieser Anteil wird für jede Linie und für alle Haltestellen des Straßenbahnnetzes ausgewiesen. Eine Haltestelle ist dann barrierefrei, wenn die Höhe der Stufe zwischen Fahrzeug und Bahnsteig nicht höher als 8 cm ist und die Breite des Spalts zwischen Fahrzeug und Bahnsteig 8 cm nicht überschreitet. In die Kategorie eingeschränkt barrierefrei fallen Haltestellen, bei denen die Stufenhöhe 8 bis 12 cm beträgt und der Spalt eine Breite von weniger als 8 cm aufweist.

Die 8 Linien, auf denen ausschließlich Hochflurfahrzeuge zum Einsatz kommen, sind klar zu erkennen, alle Haltestellen sind hier nicht barrierefrei. Der Anteil der barrierefreien Haltestellen der 6 Niederflurlinien liegt zwischen rund 10 und rund 40 %. Der Anteil der eingeschränkt barrierefreien Haltestellen schwankt zwischen ca. 10 und 25 %. Für alle Linien übersteigt der Anteil der nicht barrierefrei gestalteten Haltestellen 50 %. Werden alle Haltestellen des Netzes gemeinsam betrachtet, sind weniger als 30 % der Haltestellen barrierefrei oder eingeschränkt barrierefrei gestaltet.

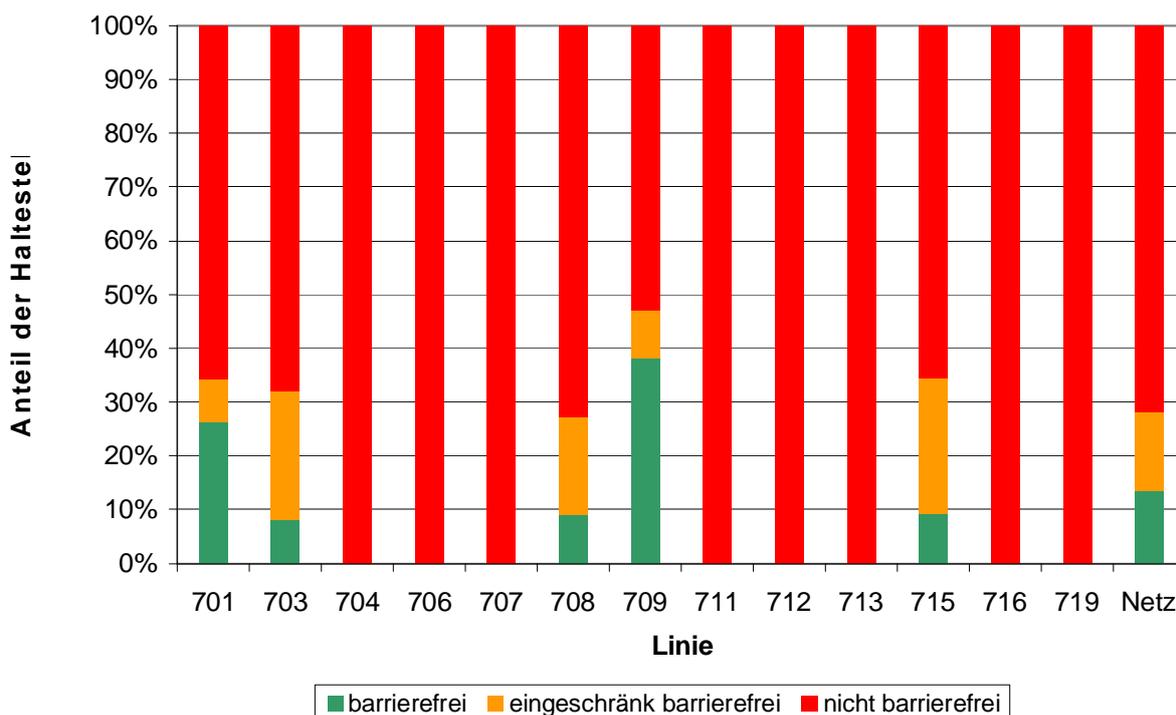


Abbildung 3.5: Barrierefreiheit des Straßenbahnnetzes in Düsseldorf

### 3.4.1.2 Stadtbahnnetz

Die Streckenlänge der Stadtbahn liegt zusammen mit den gemeinsam mit der Straßenbahn genutzten Streckenabschnitten bei 61,2 km. Die 7 Stadtbahnlinien verfügen zusammen über eine Linienlänge von 137,1 km, was einer durchschnittlichen Linienlänge von 19,6 km entspricht. Es werden ausschließlich Hochflurfahrzeuge eingesetzt.

Die Fahrzeuge verfügen über eine Einstiegshöhe von 98,5 bzw. 100 cm. Für den barrierefreien Einstieg müssen die Haltestellen und Stationen mit Hochbahnsteigen ausgestattet sein, deren Höhe liegt bei 90, 92 oder 95 cm. Die Höhe der Stufe liegt bei maximal 10 cm.

Die Abbildung 3.6 zeigt den Anteil der barrierefreien Haltestellen der Stadtbahnlinien und des gesamten Netzes. Die Haltestellen sind barrierefrei, wenn die bei Einstieg zu überwindende Stufe eine Höhe von weniger als 8 cm aufweist und die Breite des Spalts zwischen Fahrzeug und Bahnsteig einen Wert kleiner 8 cm aufweist. Haltestellen der Kategorie eingeschränkt barrierefrei existieren nicht.

Der Anteil der barrierefreien Haltestellen liegt bei den Stadtbahnlinien zwischen ca. 30 und 65 %. Die Linie U75 weist mit rund 30 % den geringsten Anteil auf. Den höchsten Anteil weisen die Linien U77, U78 und U79 mit rund 65 % auf. Bezogen auf alle Haltestellen des Netzes liegt der Anteil der barrierefrei gestalteten Haltestellen und Stationen bei ca. 45 %.

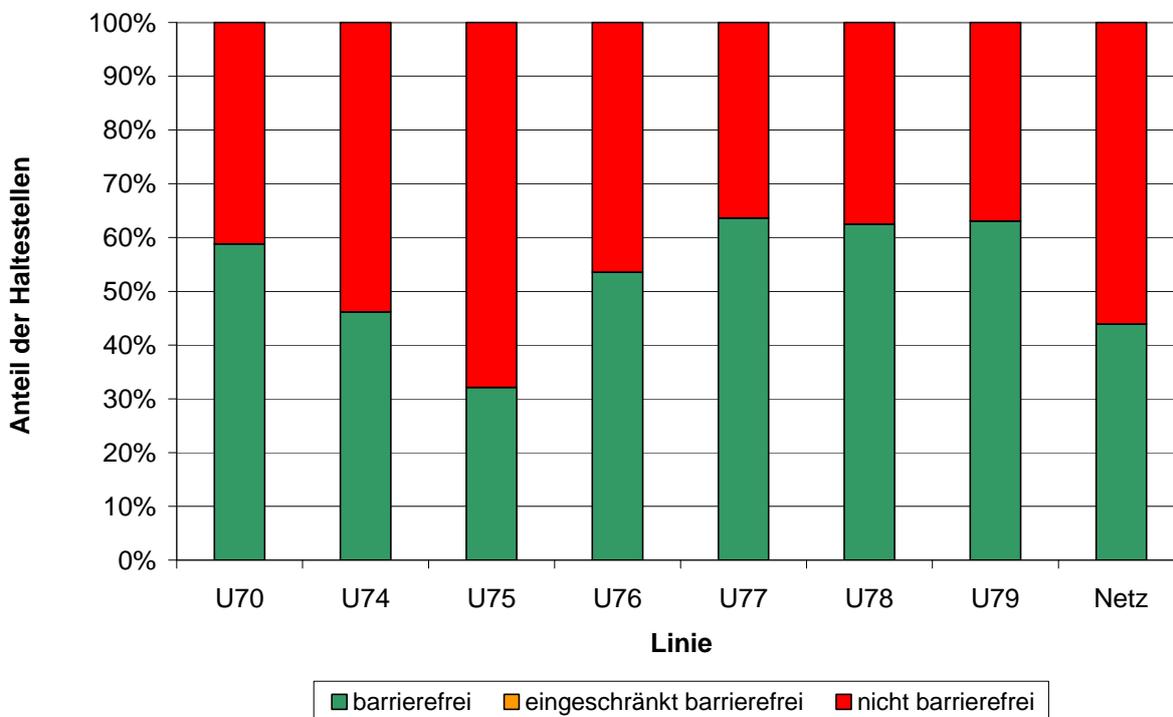


Abbildung 3.6: Barrierefreiheit des Stadtbahnnetzes in Düsseldorf

### 3.4.2 Fahrzeuge

Es werden sowohl Hochflur- als auch Niederflurfahrzeuge eingesetzt. Ebenso wie in Köln existieren Streckenabschnitte, die gemeinsam von Hochflur- und Niederflurfahrzeugen befahren werden. Hier kann die Höhe der Bahnsteige maximal auf die Einstiegshöhe der Niederflurfahrzeuge angehoben werden. Für die Niederflurfahrzeuge kann so ein barrierefreier Einstieg gewährleistet werden. Für die Hochflurfahrzeuge wird es nur gelingen, durch den Bau von zwei räumlich voneinander getrennten Haltestellen die Barrierefreiheit herzustellen.

#### 3.4.2.1 Straßenbahn

Zum Einsatz kommen insgesamt 201 Fahrzeuge. Hiervon sind 87 Hochflurfahrzeuge. Als Besonderheit sind die 28 Beiwagen zu nennen, die über keinen eigenen Antrieb verfügen und daher stets im Zugverband mit einem der 59 hochflurigen Triebwagen im Einsatz sind. Bei 4 Fahrzeugtypen handelt es sich um Niederflurfahrzeuge. Es stehen 114 Niederflurfahrzeuge zur Verfügung. Die Niederflurfahrzeuge weisen z. T. sehr unterschiedliche Eigenschaften auf. Die Länge der Fahrzeuge liegt zwischen rund 28 m und rund 40 m. Daraus resultiert eine Kapazität von minimal 159 und maximal 234 Personen. Außerdem steigt mit größerer Fahrzeuglänge das Gewicht. Die Fahrzeuge verfügen über 12, 16 oder 20 paarweise angeordnete Räder. Die Einstiegshöhe liegt bei 29 cm oder 30 cm. Die im Jahr 1996 beschafften Fahrzeuge verfügen über einen Niederfluranteil von ca. 70 %, während die anderen Fahrzeuge komplett niederflurig im Fahrgastraum sind.

Die 15 Fahrzeuge des Typs NF8U sind für den Einsatz im Bereich von unterirdischen Strecken ausgestattet. Sie werden zurzeit nur im Bereich der oberirdischen Straßenbahnstrecken eingesetzt. Für den Herbst des Jahres 2014 ist die Inbetriebnahme eines in Bau befindlichen unterirdischen Streckenabschnitts geplant. Dieser soll von 3 Linien befahren werden, diese werden nach einer Haltestelle dieses Abschnitts als Wehrhahn-Linien bezeichnet. Neben den bestehenden 15 tunnelfähigen Niederflurfahrzeugen sind weitere bestellt. Ab Herbst 2014 werden diese Fahrzeuge zum Betrieb der durch den neuen Tunnel geführten Stadtbahnlinien eingesetzt.

Das Liniennetz der Stadtbahn wird um 3 Linien wachsen und das Liniennetz der Straßenbahn um diese 3 Linien verkleinert. Im Stadtbahnnetz erfolgt dann der parallele Einsatz von Hochflur- und Niederflurfahrzeugen.

Die wesentlichen technischen Daten der Straßenbahnfahrzeuge sind in der Tabelle 3.8 gegenübergestellt.

Bezeichnung	GT8	GT8S	NF6	NF8U	NF8	NF 10	Beiwagen
Hersteller	Duewag / Kiepe / AEG	Duewag / Kiepe / AEG	Siemens	Siemens	Siemens	Siemens	Duewag
Baujahr	1958	1973	1996	2006	2003	2000	K. A.
Anzahl	30	29	48	15	15	36	28
Länge	25,64 m	27,48 m	28,20 m	30,04 m	29,69 m	39,98 m	K. A.
Breite	2,35 m	2,40 m	2,40 m	2,40 m	2,40 m	2,40 m	K. A.
Spurweite	1.435 mm	1.435 mm	1.435 mm	1.435 mm	1.435 mm	1.435 mm	1.435 mm
Leergewicht	27,8 t	35,0 t	33,5 t	35,5 t	33,4 t	42,3 t	K. A.
Kapazität	159 - 160 Personen	138 Personen	159 Personen	170 Personen	168 Personen	234 Personen	88
Sitzplätze	57 - 62	51	76 + 3	50 + 4	56 + 7	82 + 7	38
Stehplätze	98 - 105	87	79	120	112	152	50
Fußbodenhöhe	88 cm	88 cm		30,0 - 33,0 cm	30 - 33 cm	30 - 33 cm	88 cm
Einstiegshöhe	40 / 64 / 88 cm	36 / 62 cm	29 cm	30 cm	30 cm	30 cm	K. A.
Niederfluranteil	0 %	0 %	~ 70 %	100 %	100 %	100 %	0 %
Einstiegshilfe	Keine	Keine	Keine	Keine	Keine	Keine	Keine

Tabelle 3.8: Technische Daten der Straßenbahnfahrzeuge in Düsseldorf <sup>[15], [16], [17]</sup>

### 3.4.2.2 Stadtbahn

Zum Betrieb der Stadtbahn stehen 135 Hochflurfahrzeuge zur Verfügung. Die Fahrzeuge vom Typ GT8SU verfügen über eine Länge von 27,48 m und eine Breite von 2,47 m und bieten eine Kapazität von 146 Steh- und Sitzplätzen. Die Fahrzeuge vom Typ B80D und B80C bieten mit einer Länge von 28 m und einer Breite von 2,65 m eine größere Kapazität. Es können maximal 176 bzw. 179 Fahrgäste transportiert werden.

Bezeichnung	GT8SU	B80D	B80D / B80C
Hersteller	Duewag	Duewag	Duewag
Baujahr	1973	1981	1985 – 1993
Anzahl	32	11	92
Länge	27,48 m	28,00 m	28,00 m
Breite	2,47 m	2,65 m	2,65 m
Spurweite	1.435 mm	1.435 mm	1.435 mm
Leergewicht	37,4 t	41,50 t	38,56 t
Kapazität	146 Personen	179 Personen	176 Personen
Sitzplätze	51	73	70
Stehplätze	95	106	106
Fußbodenhöhe	98,5 cm	100,0 cm	100,0 cm
Einstiegshöhe	35,5 / 56,5 / 77,5 cm	36,3 / 70,0 cm	33,0 / 55,0 / 77,0 cm
Niederfluranteil	0 %	0 %	0 %

Tabelle 3.9: Technische Daten der Stadtbahnbahnfahrzeuge in Düsseldorf<sup>[15], [17]</sup>

### 3.4.3 Betriebskonzept

Wie auch bei anderen Stadtbahn- und Straßenbahnnetzen wird das Angebot auf die prognostizierte Nachfrage angepasst. Es ist üblich, dass das Angebot von montags bis freitags tagweise identisch ist. Änderungen erfolgen meist nur in den Abend- und Nachtstunden zwischen Freitag und Sonnabend. In Düsseldorf wird zusätzlich zu diesen Änderungen auch im Tagesverlauf des Freitags der Fahrplan angepasst.

#### 3.4.3.1 Straßenbahn

Dem Fahrplan der Straßenbahn liegt ein 10-Minuten-Takt zugrunde. Von den 13 Straßenbahnlinien bieten 2 Straßenbahnlinien nur einzelne Fahrten. Hier kommen Hochflurfahrzeuge zum Einsatz. 11 Straßenbahnlinien fahren den ganzen Tag. Davon werden auf 5 Linien Niederflur- und auf 6 Linien Hochflurfahrzeuge eingesetzt.

Eine Straßenbahnlinie verkehrt außerhalb der Nachfragespitzen im 12-Minuten-Takt. Bei mehreren Linien kommt es auf den Außenästen des Liniennetzes zu einer Ausdünnung des Taktes. Bahnen fahren hier z. T. im 20-Minuten-Takt bzw. das Angebot umfasst nur einige Stunden des Tages. Das engmaschige Straßenbahnnetz zeichnet sich durch die häufige

Überlagerung von Linienwegen aus. Viele Streckenabschnitte werden von mehr als einer Linie bedient, sodass sich die Takte der Linien überlagern und sich kürzere Zugfolgezeiten ergeben.

#### 3.4.3.2 Stadtbahn

Eine der 7 Stadtbahnlinien bietet nur einzelne Fahrten. 3 Linien fahren im 20- und 3 Linien im 10-Minuten-Takt. Die Stadtbahnlinie U79, die Düsseldorf mit Duisburg verbindet, fährt in Düsseldorf im 10- und in Duisburg im 15-Minuten-Takt. Von den 6 Fahrzeugen je Stunde und Richtung, die in Düsseldorf diese Linie befahren, können zwei nach Duisburg ohne weitere betriebliche Maßnahmen weiterfahren. Zwei Züge müssen 5 Minuten halten, um die Zugfolgezeit von 10 Minuten auf 15 Minuten zu vergrößern und zwei Zugfahrten enden an der Haltestelle, wo die Umstellung von 10- auf 15-Minuten-Takt erfolgt. In der Gegenrichtung erfolgt die Umstellung analog. Neben dieser Umstellung der Takt-Folgezeit innerhalb des Verlaufs einer Linie wird das Angebot der Linien, die im 20-Minuten-Takt fahren, durch einzelne Fahrten oder über einen Zeitraum von mehreren Stunden zu einem 10-Minuten-Takt verdichtet.

#### 3.4.4 Kennzahlen

In der Tabelle 3.10 sind die wesentlichen Kennzahlen des Stadtbahn- und des Straßenbahnnetzes gegenübergestellt. Die beiden Netze weisen überwiegend verschiedene Eigenschaften auf. Die in der Tabelle ausgewiesenen Fahrgastzahlen umfassen das Stadtbahn-, das Straßenbahn- und das Busnetz. Für einen Vergleich mit den anderen Stadtbahn- und Straßenbahnnetzen werden sie daher nicht berücksichtigt.

	Stadtbahn	Straßenbahn
Streckenlänge	61,2 km	85,3 km
Linienlänge	137,1 km	161,0 km
Mittlerer Haltestellenabstand	771 m	454 m
Mittlere Linienlänge	19,6 km	12,4 km
Anzahl Linien	7	11 + 2*
Anzahl Haltestellen	99	178
Personenkilometer	982 Mio. (inkl. Bus)	
Fahrgäste	214 Mio. (inkl. Bus)	
Takt	10 / 15 / 20 + Verstärker	10 / 12 / 20
Fahrzeuge gesamt	135	173 (+28 Beiwagen)
Fahrzeuge Umlauf	104 (135 bei Messen)	K. A.
Fahrzeuge Reserve	31 (0 bei Messen)	K. A.
<i>* nur einzelne Fahrten</i>		

Tabelle 3.10: Kennzahlen Düsseldorf <sup>[18], [19]</sup>

## 3.5 Essen

Die Stadt Essen liegt im Zentrum des Ruhrgebiets und ist mit rund 580.000 Einwohnern die viertgrößte Stadt in Nordrhein-Westfalen. Das Angebot des schienengebundenen öffentlichen Personennahverkehrs umfasst Regionalbahn- und Regionalexpress-Linien sowie die Züge des S-Bahn-Systems Rhein-Ruhr und das Straßenbahn- und das Stadtbahnnetz der Essener Verkehrs-AG.

### 3.5.1 Infrastruktur

Das normalspurige Stadtbahnnetz und das meterspurige Straßenbahnnetz lassen einen Übergang von Fahrzeugen zwischen den Netzen nicht ohne Weiteres zu. Allerdings existiert ein kurzer Abschnitt, der von Straßenbahn- und von Stadtbahnfahrzeugen gemeinsam genutzt wird. Dieser ist mit einem 3-Schienen-Gleis ausgestattet. Das Netz verfügt inkl. der Streckenabschnitte in den Städten Gelsenkirchen und Mülheim an der Ruhr über eine Streckenlänge von 84 km. Es werden 136 Fahrzeuge zum Betrieb von 10 Linien eingesetzt. Das Netz umfasst 161 Haltestellen, davon liegen 124 im Essener Stadtgebiet.<sup>[22]</sup>

#### 3.5.1.1 Straßenbahn

Die Streckenlänge des Straßenbahnnetzes liegt bei 64 km. Davon entfallen 2 km auf den zu Straßen- und Stadtbahnnetz gehörenden Streckenabschnitt. Die Linienlänge der 7 Stadtbahnlinien beträgt 83 km, die durchschnittliche Linienlänge einer Linie liegt damit bei rund 12 km. Der Haltestellenabstand im Straßenbahnnetz liegt bei durchschnittlich 516 m.

Zum Einsatz kommen sowohl Hoch- als auch Niederflurfahrzeuge. Ein Teil der Hochflurfahrzeuge ist mit Klapptrittstufen ausgestattet. Diese werden auf der Linie 101 und der Linie 107 eingesetzt. Ein barrierefreier Zugang zum Fahrzeug ist nur an den Haltestellen möglich, die mit einem Hochbahnsteig ausgestattet sind. Insgesamt sind dies 3 Haltestellen. Eine von diesen unterirdischen Haltestellen ist nicht mit Aufzügen ausgerüstet, sodass der Bahnsteig nicht barrierefrei zugänglich ist. Damit genügen nur zwei Haltestellen der Linien 101 und 107 den Anforderungen der mobilitätseingeschränkten Fahrgäste.

Die Hochflurfahrzeuge, die auf der Linie 106 zum Einsatz kommen, verfügen über feste Stufen. Ein barrierefreier Zugang zum Fahrzeug ist hier generell nicht möglich, unabhängig von der Höhe des Bahnsteigs an einer Haltestelle.

Die Niederflurfahrzeuge, die auf den Linien 103, 104, 105 und 109 eingesetzt werden, verfügen über eine Einstiegshöhe von 30 cm. Die Höhe der umgebauten Niedrigbahnsteige liegt bei 22 cm. Die Fahrgäste müssen beim Einstieg eine Stufe mit einer Höhe von 8 cm überwinden. Die Anteile der barrierefrei gestalteten Haltestellen der Niederflurlinien liegen

zwischen ca. 5 und 25 %. Werden alle Haltestellen des Straßenbahnnetzes gemeinsam betrachtet, sind rund 10 % der Haltestellen barrierefrei, wie die Abbildung 3.7 zeigt.

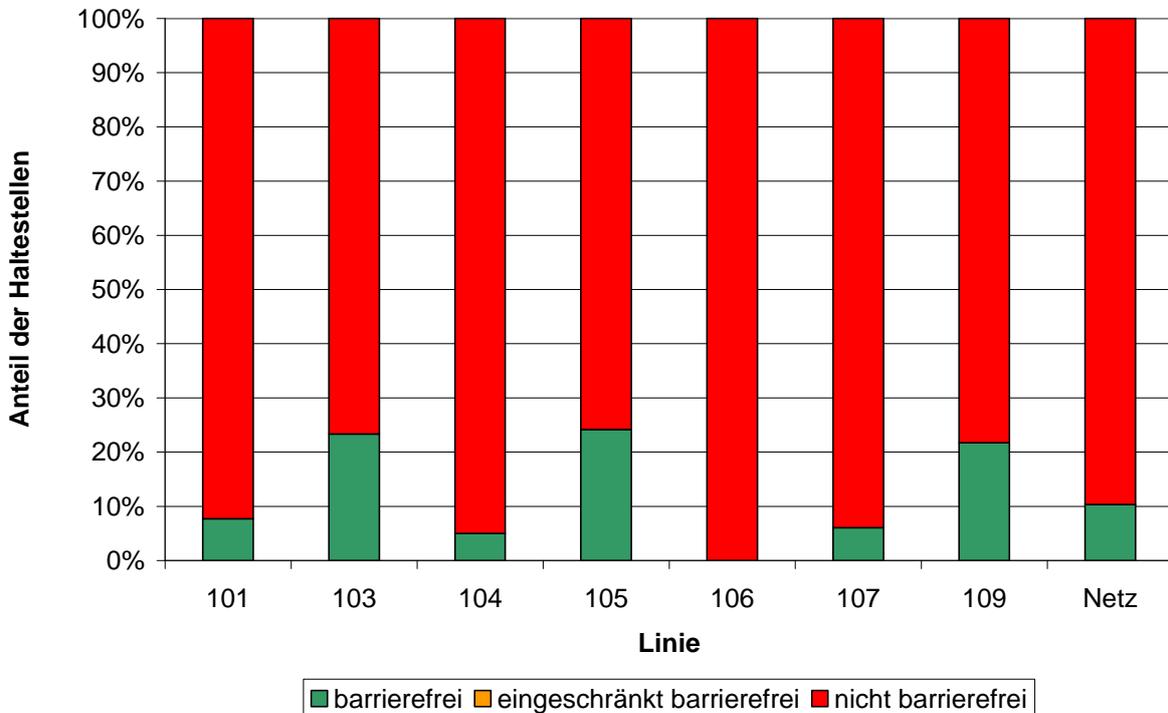


Abbildung 3.7: Barrierefreiheit des Straßenbahnnetzes in Essen

### 3.5.1.2 Stadtbahnnetz

Das Stadtbahnnetz weist mit dem gemeinsam mit den Straßenbahnfahrzeugen genutzten Streckenabschnitt eine Streckenlänge von 22 km auf. Die durchschnittliche Linienlänge der 3 Stadtbahnlinien beträgt 10 km, alle drei zusammen verfügen über 29 km Linienlänge. Der durchschnittliche Haltestellenabstand liegt bei 511 m.

Es werden ausschließlich Hochflurfahrzeuge eingesetzt, die über eine Einstiegshöhe von 100 bzw. 102 cm verfügen. Zur Herstellung der Barrierefreiheit sind alle Haltestellen in Essen mit Hochbahnsteigen ausgestattet. Ein stufenfreier Zugang zum Fahrzeug ist grundsätzlich möglich. Die drei Haltestellen, wo Straßenbahn- und Stadtbahnfahrzeuge an derselben Bahnsteigkante halten, ermöglichen mit einer Bahnsteighöhe von 82 cm nur einen barrierefreien Zustieg in die Straßenbahnfahrzeuge. Die Stufe zwischen Bahnsteig und Stadtbahnfahrzeug ist mit maximal 18 bzw. 20 cm zu hoch für einen barrierefreien Zugang. .

Neben der Einstiegssituation muss auch die Zugänglichkeit des Bahnsteigs berücksichtigt werden. Barrierefrei ist der Zugang nur dann, wenn Rampen oder Aufzüge einen stufenfreien Zugang ermöglichen. Wenn sowohl der Zugang zum Bahnsteig als auch die Einstiegs-situation barrierefrei sind, wird bei der Analyse des Liniennetzes eine Haltestelle als barrierefrei bewertet.

Der Anteil der barrierefreien Haltestellen der Stadtbahnlinien liegt zwischen ca. 60 und 85 %. Bezogen auf alle Haltestellen des Stadtbahnnetzes liegt der Anteil bei rund 70 %, wie der Abbildung 3.8 zu entnehmen ist.

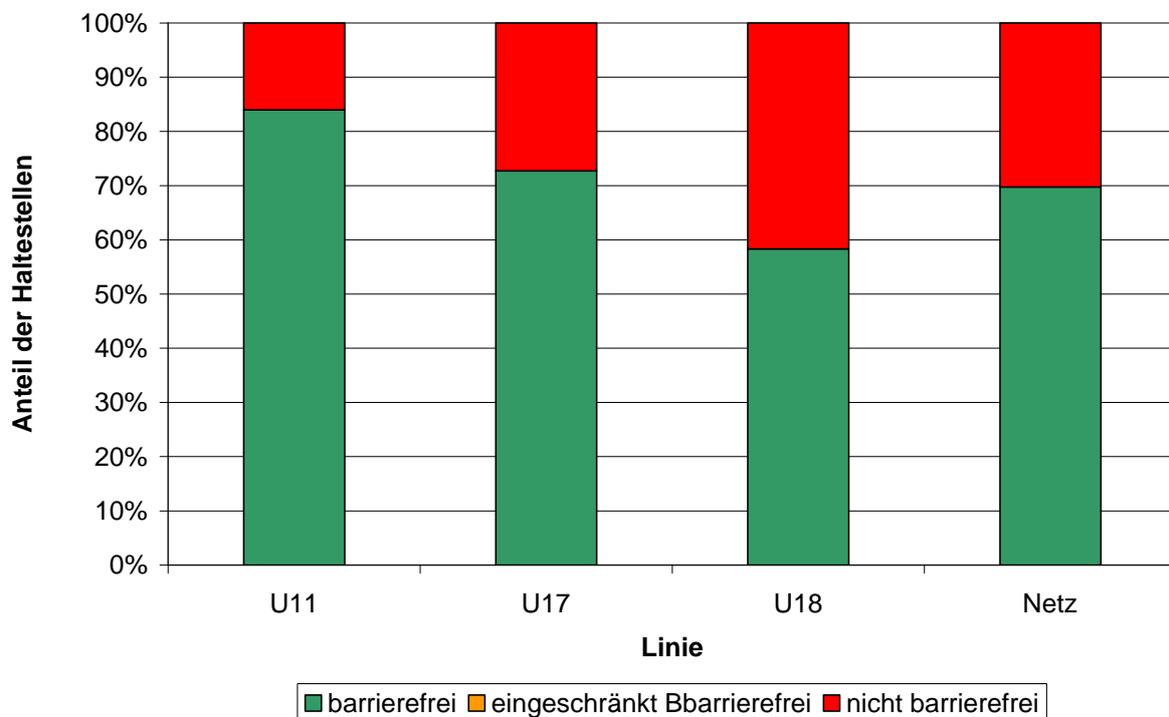


Abbildung 3.8: Barrierefreiheit des Stadtbahnnetzes in Essen

### 3.5.2 Fahrzeuge

#### 3.5.2.1 Straßenbahn

Zum Betrieb des Straßenbahnnetzes werden in Essen zwei Fahrzeugtypen eingesetzt. Es stehen 57 Hochflurfahrzeuge vom Typ M8C und 34 Niederflurfahrzeuge vom Typ M8D-NF zur Verfügung. Die Hochflurfahrzeuge sind mit 26,64 m kürzer als die Niederflurfahrzeuge mit einer Fahrzeuglänge von 28,0 m. Die Fahrzeuge beider Typen weisen eine Breite von 2,4 m und ein Leergewicht von rund 35 t auf. Die Kapazität der Niederflurfahrzeuge von 161

übertrifft die der Hochflurfahrzeuge von 140. Die Einstiegshöhe der Niederflurfahrzeuge liegt bei 30 cm, die der Hochflurfahrzeuge liegt bei 89 bzw. 90 cm. Von den Hochflurfahrzeugen sind 26 mit Klapptrittstufen ausgestattet. Diese Fahrzeuge werden auf dem Streckenabschnitt eingesetzt, den Stadtbahn- und Straßenbahnfahrzeuge gemeinsam nutzen. Die verbleibenden 31 Fahrzeuge verfügen über feste Stufen. Ein Halt im Regelbetrieb an einem Hochbahnsteig ist daher für diese Fahrzeuge nicht möglich. Die technischen Daten der beiden Fahrzeugtypen sind in der Tabelle 3.11 gegenübergestellt. <sup>[20], [21]</sup>

Bezeichnung	M8C	M8D-NF
Hersteller	Duewag	Bombardier DWA / ADtranz
Baujahre	1979 – 1983, 1989 – 1990	1991 – 2001
Anzahl	57	34
Länge	26,64 m	28,00 m
Breite	2,30 m	2,30 m
Spurweite	1.000 mm	1.000 mm
Leergewicht	34,7 t	34,8 t
Kapazität	140 Personen	161 Personen
Sitzplätze	54	60
Stehplätze	86	91
Einstiegshöhe	89 cm / 90 cm	30 cm
Niederfluranteil	0 %	70 %
Einstiegshilfe	Keine	Keine

Tabelle 3.11: Technische Daten Straßenbahnfahrzeuge in Essen

### 3.5.2.2 Stadtbahn

Es werden zwei Fahrzeugtypen eingesetzt. Zum einen kommen 24 Fahrzeuge des Stadtbahnwagens vom Typ B zum Einsatz. Zum anderen stehen 21 Stadtbahnwagen vom Typ P86/P89 zur Verfügung. Diese Fahrzeuge wurden für das Unternehmen Docklands Light Railway für den Einsatz in London gebaut. Durch eine unterirdische Erweiterung des Netzes in London war ein Einsatz der Fahrzeuge hier nicht mehr ohne größere Umbauten möglich. Die Fahrzeuge wurden nach Essen verkauft.

Die Fahrzeuge beider Typen sind 28,0 m lang und 2,65 m breit.

	B80	P86 / P89
Hersteller	Duewag	Bombardier DWA / ADtranz
Baujahre	1976 - 1985	1986 /1989
Anzahl	24	21
Länge	28,00 m	28,00 m
Breite	2,65 m	2,65 m
Spurweite	1.435 mm	1.435 mm
Leergewicht	39,3 t	36 t
Kapazität	185 Personen	180 Personen
Sitzplätze	73	K. A.
Stehplätze	112	K. A.
Einstiegshöhe	100 cm	102 cm
Niederfluranteil	0 %	0 %
Einstiegshilfe	Keine	Keine

Tabelle 3.12: Technische Daten Stadtbahnfahrzeuge in Essen <sup>[21]</sup>

### 3.5.3 Betriebskonzept

#### 3.5.3.1 Straßenbahn

Die 7 Straßenbahnlinien fahren wochentags grundsätzlich im 10-Minuten-Takt. Während der morgendlichen Spitzenstunde werden auf zwei Linien Verstärker-Züge eingesetzt. Die Linie 107, die Gelsenkirchen mit Essen verbindet, fährt zwischen Gelsenkirchen und Essen im 20-Minuten-Takt, in Essen im 10-Minuten-Takt und auf einem Teilabschnitt in Essen auch im 5-Minuten-Takt. Zwei Straßenbahnlinien fahren im 20-Minuten-Takt über den gesamten Linienweg. Nur zu nachfragestärkeren Zeiten wird das Angebot zu einem 10-Minuten-Takt verdichtet. Dies betrifft allerdings nur die Linienabschnitten, die nicht parallel auch von einer anderen Linie bedient werden. Die Linie 104, die zwischen Mühlheim an der Ruhr und Essen verkehrt, fährt im Stadtgebiet von Mühlheim im 10-Minuten-Takt und auf den äußeren Linienästen im 20-Minuten-Takt.

### 3.5.3.2 Stadtbahn

Die drei Stadtbahnlinien fahren wochentags im 10-Minuten-Takt. Zur morgendlichen Spitzenstunde finden zusätzlich 6 Verstärker-Fahrten auf 2 Linien statt. Die Verstärker bedienen nicht den gesamten Linienweg, sondern nur einen Teil. Für einen Zeitraum von ungefähr einer Stunde entsteht so ein 5-Minuten-Takt.

### 3.5.4 Kennzahlen

In der Tabelle 3.13 sind die wesentlichen Eigenschaften des Stadtbahn- und des Straßenbahnnetzes gegenübergestellt. Das Straßenbahnnetz ist größer, es existieren mehr Linien und es werden mehr Fahrzeuge eingesetzt.

	Stadtbahn	Straßenbahn
Streckenlänge	21,5 km	64,3 km
Linienlänge	29 km	83 km
Mittlerer Haltestellenabstand	511 m	516 m
Mittlere Linienlänge	9,67 km	11,86 km
Anzahl Linien	3	7
Anzahl Haltestellen	43	126
Personenkilometer	K. A.	
Fahrgäste	123,17 Mio.	
Takt	10 + 6 Verstärker	5, 10, 20
Fahrzeuge gesamt	45	91
Fahrzeuge Umlauf	K. A.	72
Fahrzeuge Reserve	K. A.	19

Tabelle 3.13: Kennzahlen Essen <sup>[22]</sup>

## 3.6 Bochum, Gelsenkirchen

Die Bochum-Gelsenkirchener Straßenbahnen AG, im Folgenden Bogestra genannt, ist ein Verkehrsunternehmen, welches den größten Anteil des öffentlichen Personennahverkehrs in den Städten Bochum, Gelsenkirchen und Witten sowie in weiteren angrenzenden Gebieten durchführt. Die drei Städte haben zusammen rund 740.000 Einwohner. Neben Regional-Bahn-, RegionalExpress- und S-Bahn-Züge, wird das Angebot des schienengebundenen öffentlichen Personennahverkehrs durch das Straßen- und Stadtbahnnetz ergänzt.

### 3.6.1 Infrastruktur

Wie in Essen weisen beide Systeme verschiedene Spurweiten auf. Auch hier ist der Fahrweg der Stadtbahn normalspurig ausgeführt. Die Straßenbahnstrecken verfügen über eine Spurweite von 1.000 mm. Die Systeme sind klar voneinander getrennt ein gemeinsam genutzter Streckenabschnitt existiert nicht.

Es existieren jeweils eine Stadtbahn- und eine Straßenbahnlinie, die Gelsenkirchen mit Essen verbindet. Ein Großteil des Linienweges der beiden Linien verläuft im Bereich der Stadt Essen. Diese beiden Linien werden im Folgenden nicht betrachtet, da sie bereits im vorherigen Abschnitt 3.5 berücksichtigt wurden.

Die Streckenlänge des verbleibenden Schienennetzes beträgt 101 km. Die 7 Stadtbahn- und Straßenbahnlinien bedienen 179 Haltestellen.

#### 3.6.1.1 Straßenbahnnetz

Das Straßenbahnnetz verfügt über eine Streckenlänge von 85,5 km. Zum Betrieb der 6 Straßenbahnlinien werden 37 Hochflur- und 58 Niederflurfahrzeuge eingesetzt. Der Einstieg in die Hochflurfahrzeuge ist generell nicht barrierefrei. Bei den Niederflurfahrzeugen mit einer Einstiegshöhe von 29 bzw. 30 cm ist bei Bahnsteigen mit angepasster Bahnsteighöhe eine barrierefreie Einstiegssituation vorhanden. Der Anteil der barrierefrei gestalteten Haltestellen liegt zwischen ca. 10 und 60 %. Werden alle Haltestellen des Netzes betrachtet, sind rund 40 % barrierefrei, wie die Abbildung 3.9 zeigt.

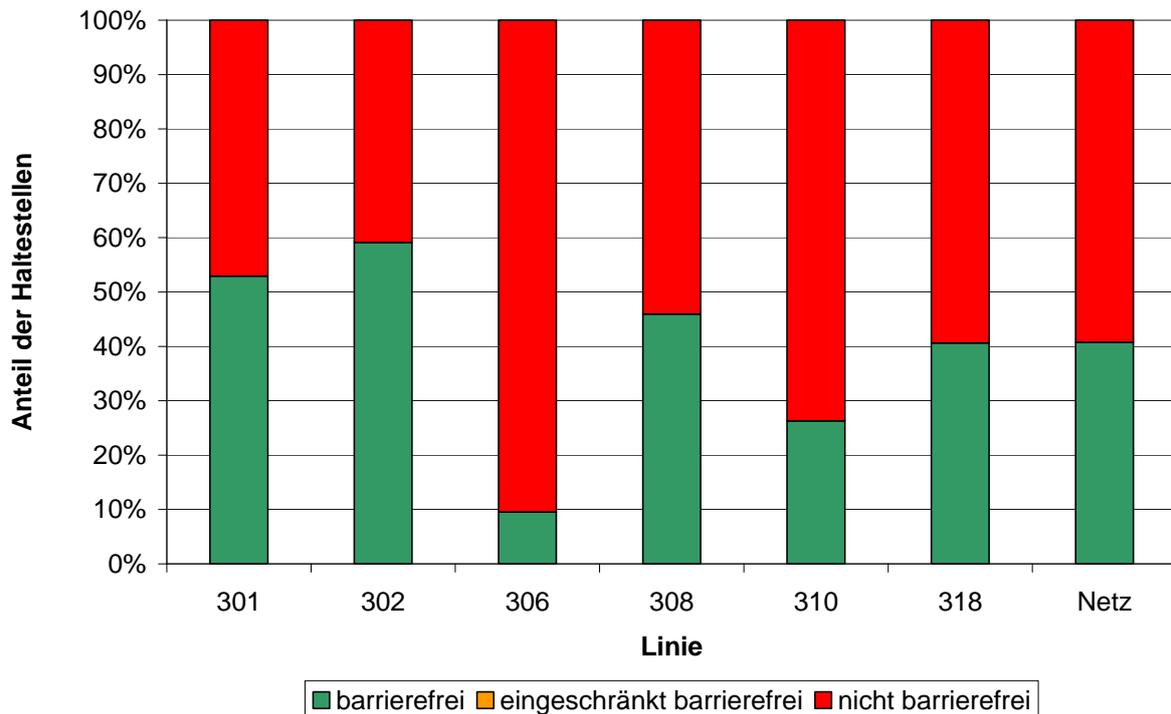


Abbildung 3.9: Barrierefreiheit des Straßenbahnnetzes in Bochum und Gelsenkirchen

### 3.6.1.2 Stadtbahnnetz

Von den 2 Stadtbahnlinien, die in Bochum und Gelsenkirchen fahren, wird – wie bereits erwähnt – nur die Linien U35 betrachtet. Die Linie U17 wird im vorherigen Abschnitt bei der Beschreibung des Essener Netzes berücksichtigt.

Die Streckenlänge beträgt 15 km. Die Linienlänge liegt ebenfalls bei 15 km, da die Strecke nur von der Linie U35 befahren wird. Es werden 21 Haltestellen bedient. Der durchschnittliche Haltestellenabstand beträgt 765 m.

Die beiden Fahrzeugtypen, die zum Einsatz kommen, verfügen über eine Einstiegshöhe von 100 cm. Die Stufe zwischen Bahnsteig und Fahrzeug hat eine Höhe von maximal 10 cm. Die Breite des Spalts liegt bei maximal 8 cm. Als Besonderheit verfügen die zuletzt beschafften Fahrzeuge vom Typ Tango über mechanische Rampen, um die Einstiegssituation für Fahrgäste, die auf einen elektrischen Rollstuhl angewiesen sind weiter zu verbessern. Von den 4 Türen je Fahrzeugseite sind die beiden äußeren mit einer Rampe ausgestattet. Es sind alle Haltestellen mit Hochbahnsteigen ausgestattet. Bei einer Haltestelle ist allerdings kein barrierefreier Zugang zu den Bahnsteigen möglich. Der Anteil der barrierefrei gestalteten Haltestellen liegt bei der Linie U35 und damit auch bezogen auf das Netz bei ca. 95 %.

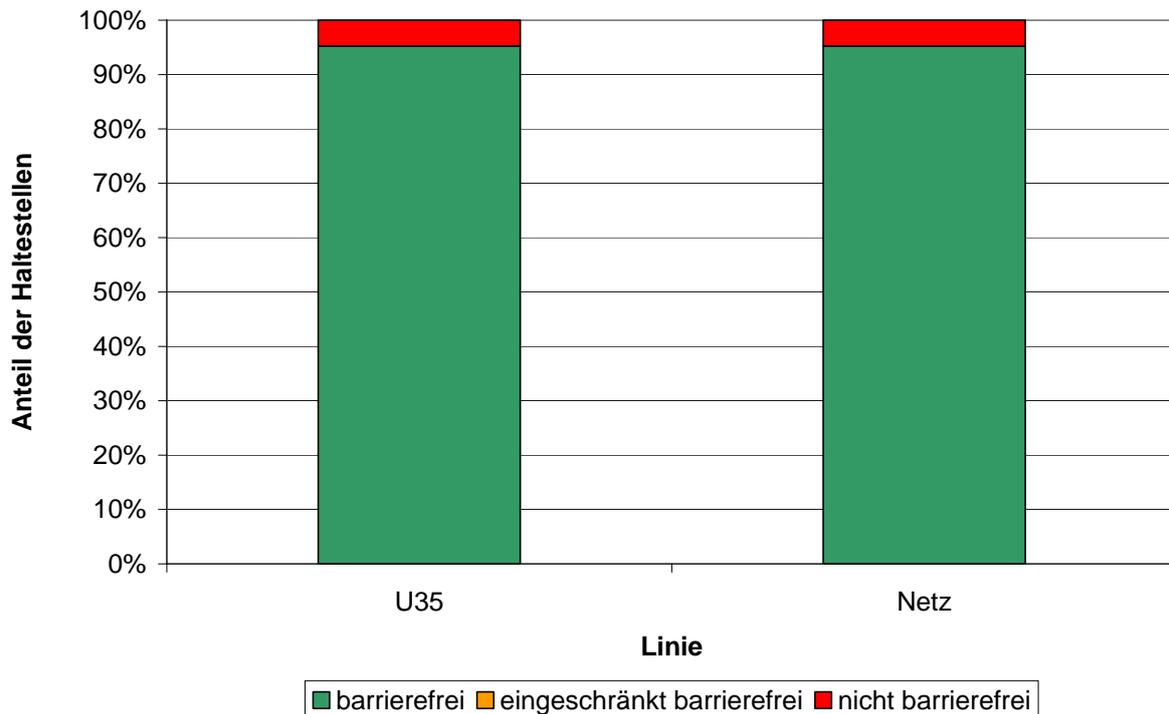


Abbildung 3.10: Barrierefreiheit des Stadtbahnnetzes in Bochum und Gelsenkirchen

## 3.6.2 Fahrzeuge

### 3.6.2.1 Straßenbahn

Für den Betrieb des Straßenbahnnetzes stehen drei verschiedene Fahrzeugtypen zur Verfügung. Zum Einsatz kommen 37 Hochflur- und 58 Niederflurfahrzeuge, mit einer Breite von 2,3 m. Die Hochflurfahrzeuge vom Typ M6S (bzw. M6C) bieten mit einer Länge von rund 20 m eine Kapazität von 101 Fahrgästen. Die Niederflurfahrzeug NF6DD und Variobahn sind mit 28 bzw. 29 m deutlich länger und 172 bzw. 187 Fahrgästen Platz. Die Fahrzeuge vom Typ NF6D bieten einen Niederfluranteil von rund 70 %. Die Fahrzeuge der Serie Variobahn verfügen durchgängig über einen niederflurigen Fahrgastraum.

	M6S / M6C	NF6D	Variobahn
Hersteller	Duewag	Duewag, Siemens	Stadler
Baujahre	1976, 1977 / 1981, 1982	1993 / 1994	2008
Anzahl	37	42	16 (30 bestellt)
Länge	19,68 m	28,62 m	29,62 m
Breite	2,3 m	2,3 m	2,3 m
Leergewicht	29,8 t	32,4 t	38,8 t
Kapazität	101 Personen	172 Personen	187 Personen
Sitzplätze	36	72	58 (6)
Stehplätze	65	100	129
Einstiegshöhe	88 cm	29 cm	30 cm
Niederfluranteil	0 %	70 %	100 %
Einstiegshilfe	Keine	Keine	4 Klapprampen

Tabelle 3.14: Technische Daten der Straßenbahnfahrzeuge in Bochum und Gelsenkirchen <sup>[24]</sup>

### 3.6.2.2 Stadtbahn

Von den 31 Stadtbahnfahrzeugen gehören 25 zur Serie B80, 6 tragen die Bezeichnung Tango. Die Fahrzeuge weisen sehr ähnliche Eigenschaften auf. Mit einer Länge von 28 m und einer Breite von 2,65 m bieten sie eine Kapazität von 171 oder 175 Plätze. Die Einstiegshöhe liegt bei 100 cm.

	B80	Tango
Hersteller	Duewag	Stadler Pankow
Gebaute Fahrzeuge	25	6
Länge	28,0 m	28,2 m
Breite	2,65 m	2,65 m
Leergewicht	38 t	35,7 t
Kapazität	171 Personen	175
Sitzplätze	70	66 (10)
Stehplätze	101	109
Einstiegshöhe	100 cm	100 cm
Niederfluranteil	0 %	0 %
Einstiegshilfe	Keine	Rampe (Hochbahnsteig)

Tabelle 3.15: Technische Daten Stadtbahnfahrzeuge in Bochum und Gelsenkirchen

### 3.6.3 Betriebskonzept

Die Straßenbahnlinien 301, 302 und 306 fahren im 10-Minuten-Takt. Während der morgendlichen Spitzenstunde wird das Angebot durch den Einsatz von Verstärker-Zügen abschnittsweise verdichtet. Die Linie 308 fährt ebenfalls im 10-Minuten-Takt. Das Angebot dieser Linie wird durch die Linie 318 abschnittsweise verdichtet. Die Linie 308 fährt genau wie die Linie 310 im 20-Minuten-Takt. Auf der Linie 310 werden zudem auch einzelne Verstärker-Züge eingesetzt.

Die Stadtbahnlinie U35 fährt im 5- und 10-Minuten-Takt. Morgens wird für 2,5 Stunden auf der gesamten Linie ein 5-Minuten-Takt angeboten. Im weiteren Tagesverlauf besteht dieses Angebot nur im Bereich Bochum. Der Streckenabschnitt in Herne wird dann im 10-Minuten-Takt befahren.

### 3.6.4 Kennzahlen

In der Tabelle 3.16 sind die wesentlichen Daten zu den Eigenschaften der beiden Netze zusammengefasst.

	Stadtbahn	Straßenbahn
Streckenlänge	15,3 km	85,5 km
Linienlänge	15,3 km	K. A.
Mittlerer Haltestellenabstand	765 m	K. A.
Mittlere Linienlänge	15,3 km	K. A.
Anzahl Linien	1	6
Anzahl Haltestellen	21	101
Personenkilometer	K. A.	
Fahrgäste	141,4 Mio. (inkl. Bus)	
Takt	5 / 10 Min.	10 / 20 Min.
Fahrzeuge gesamt	31	95
Fahrzeuge Umlauf	K. A.	K. A.
Fahrzeuge Reserve	K. A.	K. A.

Tabelle 3.16: Kennzahlen Bochum und Gelsenkirchen

## 3.7 Dortmund

In der Stadt Dortmund leben rund 585.000 Einwohner. Durch den Strukturwandel im Ruhrgebiet verlor der Industriesektor immer mehr an Bedeutung und an dessen Stelle trat der Dienstleistungssektor. Heute ist Dortmund ein wichtiges Dienstleistungszentrum und ein Technologiestandort.

Das Angebot des schienengebundenen öffentlichen Personennahverkehrs umfasst die Linien des S-Bahn-Netzes Rhein-Ruhr, sowie Regionalbahn- und Regionalexpress-Linien. Vervollständigt wird es durch das Stadtbahnnetz. Mit der Inbetriebnahme der dritten Stammstrecke im April 2008 wurde der Straßenbahnbetrieb eingestellt. Alle Linien unterqueren seitdem unterirdisch das Stadtzentrum von Dortmund. Entgegen der ursprünglichen Planung wird die dritte Stammstrecke nicht von Hochflur- sondern von Niederflurfahrzeugen befahren, die mit einer Einstiegshöhe von 40 cm z. T. auch als Mittelflurfahrzeuge bezeichnet werden. Zur Vergleichbarkeit werden diese Fahrzeuge im Rahmen dieser Studie als Niederflurfahrzeuge bezeichnet. Betrieben wird das Stadtbahnnetz von den Dortmunder Stadtwerken unter dem Namen DSW21.

### 3.7.1 Infrastruktur

Das normalspurige Stadtbahnnetz verfügt über eine Streckenlänge von 75 km. Im Bereich der Innenstadt gibt es 3 unterirdische Stammstrecken, die von 2 bis 4 Linien befahren werden, insgesamt umfasst das Angebot 8 Linien. Das Stadtbahnnetz verfügt über 125 Haltestellen.

#### 3.7.1.1 Niederflurnetz

Die Streckenlänge des Niederflurteilnetzes beträgt 16 km. Die 2 Stadtbahnlinien des Niederflurnetzes verfügen über eine durchschnittliche Linienlänge von 11 km. Die Linienlänge beider Linien zusammen liegt bei 22 km. Der durchschnittliche Haltestellenabstand liegt bei 447 m.

Zur Herstellung der Barrierefreiheit werden die Haltestellen mit Bahnsteigen mit einer Höhe von 35 cm ausgestattet. Die Fahrzeuge verfügen über eine Einstiegshöhe von 40 cm, die Bahnsteigshöhe der umgebauten Haltestellen liegt bei 35 cm. Es verbleibt eine Stufe von 5 cm Höhe. Die Fahrzeuge verfügen über eine Trittstufe mit einer Höhe von 20 cm. Beim Einstieg vom Straßenniveau muss daher nicht eine Stufe von 40 cm Höhe, sondern zwei Stufen von jeweils 20 cm Höhe überwunden werden.

Eine Besonderheit stellen zurzeit 6 Haltestellen dar. Hier erschwerten städtebauliche Gründe und die Gleisgeometrie den Bau von fahrzeuglangen Bahnsteigen. Daher fiel die Wahl hier auf einen sehr kurzen Bahnsteig, dessen Aussehen einem Podest gleicht. Den Fahrgästen,

die auf einen barrierefreien Einstieg angewiesen sind, steht in diesem Fall allerdings nur die vorderste Tür eines Stadtbahnzuges zur Verfügung. Diese Einstiegsituation wird im Folgenden als eingeschränkt barrierefrei bezeichnet.

Der Wechsel zwischen komplett barrierefreien, eingeschränkt barrierefreien und nicht barrierefreien Haltestellen verschlechtert die Verständlichkeit des Angebots. Wenn ein Rollstuhlfahrer an einer Haltestelle, die komplett barrierefrei gestaltet ist, einsteigt und an einer Haltestelle, die nur eingeschränkt barrierefrei gestaltet ist, aussteigen möchte, so muss er beim Einstieg zwingend die erste Tür benutzen.

Der Anteil der barrierefreien Haltestellen liegt bei der Linie U43 bei über 50 %, bei der Linie U44 bei ca. 45 % und bezogen auf alle Haltestellen des Niederflurnetzes bei ca. 45 %. Zusammen mit den eingeschränkt barrierefreien Haltestellen bieten fast 70 % der Haltestellen der Linie U43, ca. 50 % der Haltestellen der Linie U44 und rund 60 % der Haltestellen des gesamten Niederflur-Stadtbahnnetzes den Fahrgästen einen barrierefreien Systemzugang, wie die Abbildung 3.11 zeigt.

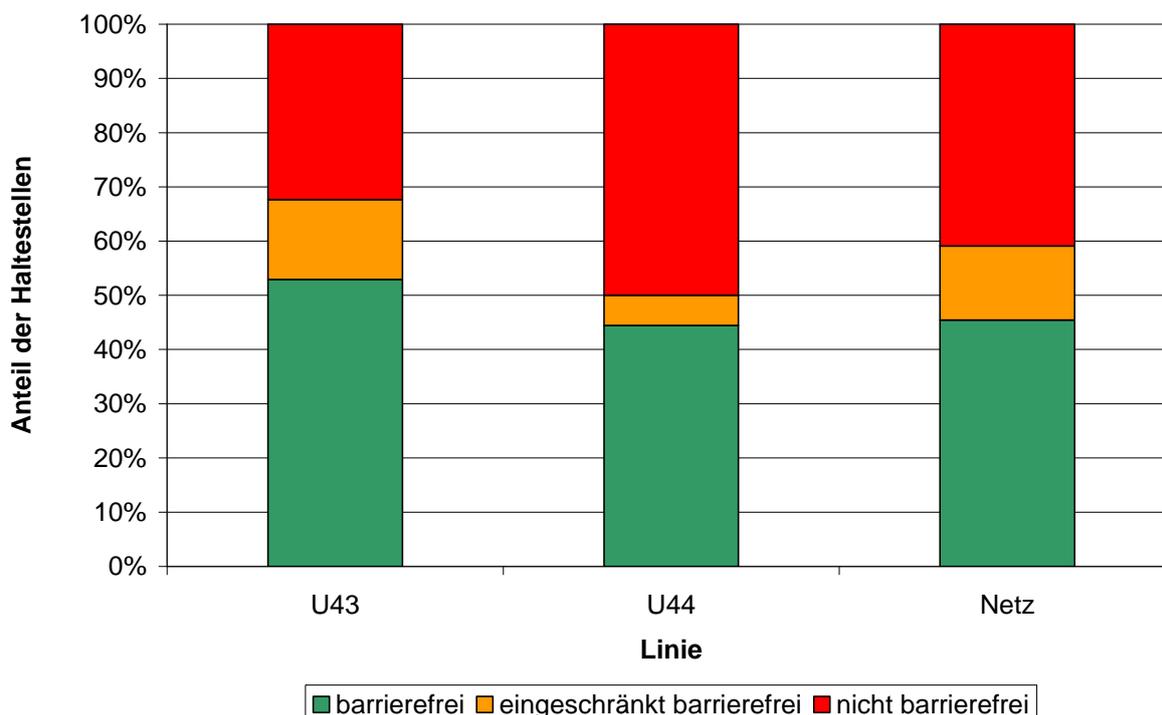


Abbildung 3.11: Barrierefreiheit des Niederflurnetzes in Dortmund

Neben den Niederflurfahrzeugen werden zurzeit auch Hochflurfahrzeuge auf den Linien U43 und U44 eingesetzt. Zum Betrieb der beiden Linien sind 47 Fahrzeuge erforderlich. Diese

Fahrzeuge sind bestellt. Von den 47 Fahrzeugen sind mit Stand Dezember 2009 31 Niederflurfahrzeuge im Einsatz. 16 Fahrzeuge sollen bis Ende 2010 noch geliefert werden, sodass dann auf den Einsatz von Hochflurfahrzeugen verzichtet werden kann. Daher werden im Rahmen dieser Untersuchung die Hochflurfahrzeuge im Bereich der Linien U43 und U44 nicht berücksichtigt.

### 3.7.1.2 Hochflurnetz

Die Streckenlänge des Hochflurteilnetzes beträgt 59,7 km. Zum Betrieb des Netzes werden 6 Stadtbahnlinien eingesetzt. Die durchschnittliche Linienlänge liegt bei 13 km. Insgesamt verfügen die Linien über eine Länge von 81 km. Der durchschnittliche Haltestellenabstand liegt bei 696 m.

Die Hochflurfahrzeuge verfügen über eine Einstiegshöhe von 100 cm. Zur Herstellung der Barrierefreiheit müssen die Haltestellen mit Hochbahnsteigen ausgestattet werden. Die Höhe der Bahnsteige beträgt 92 cm. Die Höhe zwischen Bahnsteig und Fahrzeug liegt bei maximal 8 cm. Neben der Einstiegssituation muss auch die barrierefreie Erreichbarkeit der Bahnsteige gewährleistet sein. Nur wenn die Bahnsteige über Rampen oder Auszüge zu erreichen sind, wird eine Haltestelle als barrierefrei bei der Auswertung berücksichtigt.

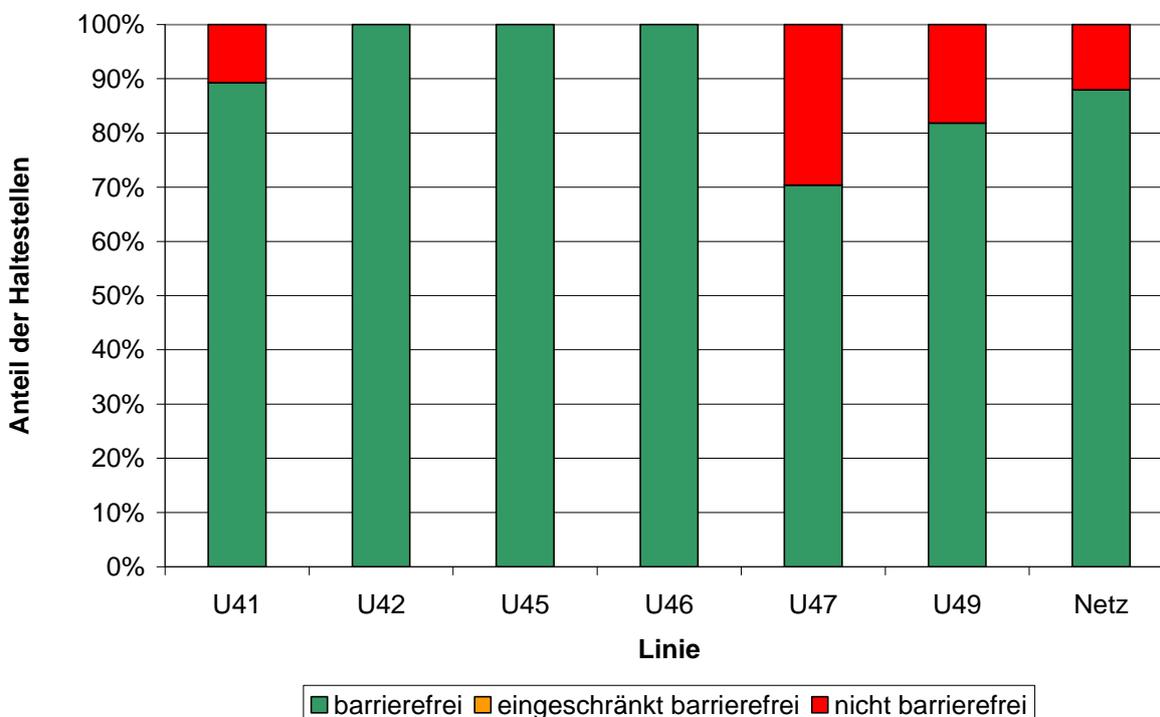


Abbildung 3.12: Barrierefreiheit des Hochflurnetzes in Dortmund

Die Abbildung 3.12 zeigt den Anteil der barrierefreien Haltestellen im Bereich des Hochflurnetzes. Von den 6 Linien weisen 3 eine hundertprozentige Barrierefreiheit auf. Bei den anderen 3 Linien liegt der Anteil der barrierefrei gestalteten Haltestellen zwischen 70 und 90 %. Wird das gesamte Hochflurnetz betrachtet, so sind rund 90 % der Haltestellen barrierefrei.

### 3.7.2 Fahrzeuge

#### 3.7.2.1 Niederflurfahrzeuge

Die Fahrzeuge vom Typ NGT8 werden seit 2007 von Bombardier produziert. Insgesamt wurden 47 Fahrzeuge bestellt. Diese werden bis zum Ende des Jahres 2010 geliefert. Es besteht eine Option über 5 weitere Fahrzeuge. Die Fahrzeugdaten sind der Tabelle 3.17 zu entnehmen.

Bezeichnung	NGT8
Hersteller	Bombardier
Anzahl (Stand: 12/2009)	31
Bestellte Fahrzeuge	47 (zzgl. einer Option über 5 weitere Fz.)
Länge	30,04 m
Breite	2,4 m
Leergewicht	41,7 t
Kapazität	178 Personen
Sitzplätze	64
Stehplätze	114
Einstiegshöhe	40 cm
Niederfluranteil	70 %
Einstiegshilfe	Keine

Tabelle 3.17: Technische Daten der Niederflurfahrzeuge in Dortmund

Die Fahrzeuge verfügen über eine Länge von 30 m und eine Breite von 2,4 m. Die Kapazität liegt bei 178 Fahrgästen. Eine größere Breite war aufgrund der vorhandenen Infrastruktur der oberirdischen Streckenabschnitte nicht möglich. Das Fahrzeug verfügt über einen Niederfluranteil von 70 % und eine Einstiegs- bzw. Fußbodenhöhe von 40 cm. An den beiden Enden des Fahrzeugs befindet sich jeweils ein Drehgestell. Hier ist das Niveau des Fußbodens angehoben. Im mittleren Teil des dreiteiligen Fahrzeugs sind 8 Räder jeweils paarweise gegenüber angeordnet. Die Radpaare sind nicht durch eine Achse verbunden, sondern einzeln gelagert. Im Bereich über den Rädern musste der Fußboden angehoben werden. Zwischen den Rädern kann die Höhe von 40 cm beibehalten werden und so ein ebener Durchgang geschaffen werden.

Die Fahrzeuge sind mit einer Schwenk-Trittstufe ausgestattet. Die Höhendifferenz von 40 cm, die beim Einstieg vom Straßenniveau überwunden werden muss, wird so in zwei Stufen zu je 20 cm aufgeteilt.

#### 3.7.2.2 Hochflurfahrzeuge

Für den Betrieb der 6 Stadtbahnlinien des Hochflurnetzes stehen 73 Fahrzeuge des Stadtbahnwagens B in den Varianten B80C/6, B80C/8 und B100 zur Verfügung. Die Fahrzeuge verfügen über eine Breite von 2,65 m. Die achtsichtigen Fahrzeuge vom Typ B80C/8 verfügen über eine Länge von ca. 39 m und bieten 150 Steh- und 96 Sitzplätze. Die beiden anderen Fahrzeugtypen sind sechssichtige Fahrzeuge mit einer Länge von 28 m. Es stehen jeweils 111 Steh- und 72 Sitzplätze zur Verfügung. Die beiden sechssichtigen Fahrzeuge unterscheidet im Wesentlichen die Höchstgeschwindigkeit, die bei der Konstruktion berücksichtigt wurde. Die Höchstgeschwindigkeit der Fahrzeuge vom Typ B100 lag bei 100 km/h. Im Gegensatz zum früheren Einsatzgebiet dieser Fahrzeuge auf den Stadtbahnstrecken zwischen Köln und Bonn steht in Dortmund kein Streckenabschnitt zur Verfügung, der diese Höchstgeschwindigkeit zulässt.

In der Tabelle 3.18 sind die Eigenschaften der Hochflurfahrzeuge gegenübergestellt.

Bezeichnung	B80C/6	B80C/8	B100
Hersteller	Duewag	Duewag	Duewag
Baujahr	1986, 1987, 1991 - 1993	1993, 1994, 1998, 1999	1974
Anzahl	43	21	9
Länge	28,00 m	38,85 m	28,00 m
Breite	2,65 m	2,65 m	2,65 m
Spurweite	1.435 mm	1.435 mm	1.435 mm
Leergewicht	39,0 t	36,0 t	39,0 t
Kapazität	183	246	183
Sitzplätze	72	96	72
Stehplätze	111	150	111
Fußbodenhöhe	100 cm	100 cm	100 cm
Einstiegshöhe	100 cm	100 cm	100 cm
Niederfluranteil	0 %	0 %	0 %

Tabelle 3.18: Technische Daten der Hochflurfahrzeuge in Dortmund <sup>[23]</sup>.

### 3.7.3 Betriebskonzept

Die Grundlage des Fahrplans bildet ein 10-Minuten-Takt. Einige Abweichungen sind allerdings erforderlich, um das Angebot der Nachfrage anzupassen.

#### 3.7.3.1 Niederflurnetz

Die Linie U43 fährt im 10-Minuten-Takt. Im Stadtteil Wickede werden abwechselnd zwei Linienäste bedient. Der eine Linienast umfasst eine Haltestelle und der andere zwei Haltestellen. Für diese kurzen Streckenabschnitte ergibt sich ein 20-Minuten-Takt. Im mittleren Bereich des Linienweges wird auf einem Streckenabschnitt, der 17 Haltestellen umfasst und damit ungefähr der halben Linienlänge entspricht, der Takt durch zusätzliche Fahrten zu einem 5-Minuten-Takt verdichtet. Dieser Takt bleibt montags bis freitags von ca. 5:00 Uhr bis 20:00 Uhr unverändert. Die Linie U44 fährt montags bis freitags in der Zeit von ca. 4:30 Uhr bis 20:00 Uhr im 10-Minuten-Takt.

### 3.7.3.2 Hochflurnetz

Die Stadtbahnlinien U42, U45, U46 und U47 fahren montags bis freitags in der Zeit von ca. 4:30 Uhr bis 20:00 Uhr im 10-Minuten-Takt. Das Angebot der Linie U42 wird auf einem Streckenabschnitt zur Hauptverkehrszeit durch eine Fahrt je Richtung verstärkt.

Die Linien U41 und U49 fahren nur auf einem Teil des Linienweges im 10-Minuten-Takt. Bei der Linie U41 wird auf einem kurzen Streckenabschnitt der 10-Minuten-Takt zu einem 20-Minuten-Takt ausgedünnt. Das Angebot der Linie U49 umfasst auf dem Streckenabschnitt zwischen den Haltestellen Dortmund Hafen und Dortmund Hauptbahnhof nur 7 Fahrten je Richtung zur morgendlichen Spitzenstunde. Dieser Abschnitt wird auch von der Linie U47 und teilweise von der Linie U41 befahren.

### 3.7.4 Kennzahlen

In der Tabelle 3.19 sind die wesentlichen Kennzahlen des Niederflur- und des Hochflurnetzes gegenübergestellt. Es wird deutlich, dass das Netz nicht gleichmäßig in zwei Teile geteilt ist, sondern dass das Hochflurnetz deutlich größer ist. Nur die durchschnittliche Linienlänge der Straßenbahnlinien übersteigt mit rund 13 km die der Stadtbahnlinien mit ca. 11 km.

	Niederflur	Hochflur
Streckenlänge	19,2 km	57,8 km
Linienlänge	23,2 km	79,6 km
Mittlerer Haltestellenabstand	447 m	696 m
Mittlere Linienlänge	11,11 km	13,26 km
Anzahl Linien	2	6
Anzahl Haltestellen	43	83
Personenkilometer	K. A.	K. A.
Fahrgäste	139,2 Mio. (inkl. Bus)	
Takt	5* / 10 / 20*	10 / 20*
Fahrzeuge gesamt	31 / 47**	74
Fahrzeuge Umlauf	26 / 40**	63
Fahrzeuge Reserve	5 / 7**	11
<i>* jeweils nur 1 Streckenabschnitt / ** an Ende 2010</i>		

Tabelle 3.19: Kennzahlen Dortmund

### **3.8 Vergleich der Stadtbahn- und Straßenbahnnetze**

Zur Ermittlung der charakteristischen Eigenschaften und wesentlichen Daten der sechs beschriebenen Netze wurde, wie unter 3.1 bereits geschildert, u. a. eine Befragung von Nahverkehrsunternehmen oder Stadtverwaltungen mithilfe eines Fragebogens durchgeführt. Es wurden stets alle Fragen ausführlich beantwortet, es sei denn, die abgefragten Daten waren aus Sicht des jeweiligen Unternehmens bzw. der Behörde als vertraulich zu behandeln. Dies war allerdings nur in wenigen Fällen zu beobachten, sodass nur sehr vereinzelt Fragen offenblieben. Außerdem wurde auf Veröffentlichungen der Verkehrsunternehmen und der Aufgabenträger zurückgegriffen, wie z. B. Geschäftsberichte, Zahlenspiegel, Nahverkehrspläne oder Fahrpläne.

Die wesentlichen Eigenschaften der untersuchten Stadt- und Straßenbahnnetze sollen im Folgenden gegenübergestellt werden. Auf diese Weise können Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den Netzen aufgezeigt werden. Für die Entwicklung und die Bewertung von Einsatzkonzepten der Niederflurtechnik im Stadtbahnnetz Hannover sollen u. a. die Erfahrungen anderer Verkehrsunternehmen herangezogen werden, die Hoch- und Niederflurfahrzeuge gleichzeitig einsetzen. Dies betrifft insbesondere die Instandhaltungs- und Wartungskosten für Fahrzeuge und Fahrweg (s. Kapitel 3.8.5).

#### **3.8.1 Streckenlänge**

Eine wesentliche Kenngröße für den Vergleich der Netze ist die Streckenlänge. Dabei ist nicht nur die Streckenlänge des Gesamtnetzes zu betrachten sondern auch die der einzelnen Teilnetze. Neben Streckenabschnitten, die sich eindeutig einem Teilnetz zuordnen lassen, existieren auch Streckeabschnitte, die zu mehreren Bereichen gehören. Beispielsweise wird in Köln ein Großteil der Streckenabschnitte nur von Hochflur oder nur von Niederflurfahrzeugen befahren. Allerdings gibt es zwei kurze Streckeabschnitte, die von beiden Fahrzeugtypen genutzt werden.

Die Städte Düsseldorf und Essen haben ebenfalls gemeinsam genutzte Streckenabschnitte, sie werden von Straßenbahnfahrzeugen und Stadtbahnfahrzeugen gemeinsam befahren. Die unten stehende Abbildung 3.13 zeigt die Streckenlänge der Gesamtnetze und der einzelnen Teilnetze. Es wird deutlich, dass der Anteil der gemeinsam genutzten Streckenabschnitte sehr gering ist. Die Streckenlänge des Gesamtnetzes ist in Köln mit rund 200 km am größten. Die Anteile der Teilnetze am Gesamtnetz unterscheiden sich stark. Während in Frankfurt am Main und Düsseldorf das Stadtbahn- und das Straßenbahnnetz in etwa die gleiche Streckenlänge aufweisen, dominiert in Essen und Bochum klar das Straßenbahnnetz. In Dortmund weist das Hochflur-Stadtbahnnetz die deutlich größere Streckenlänge als das Niederflur-Stadtbahnnetz auf.

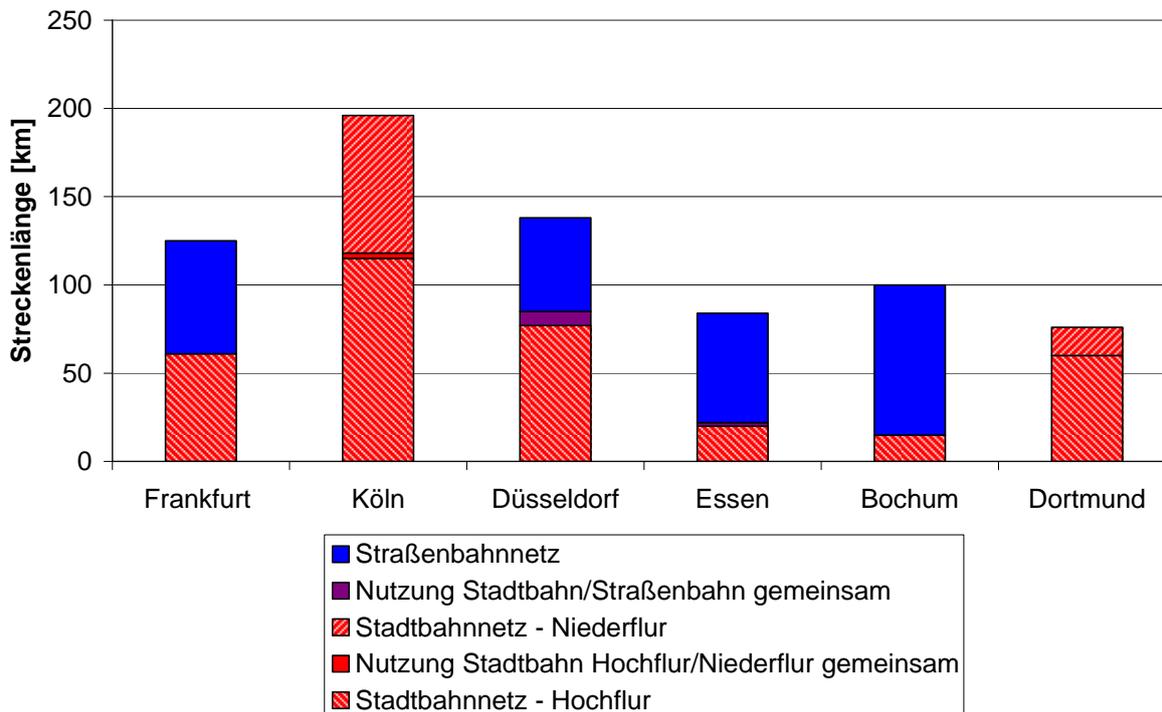
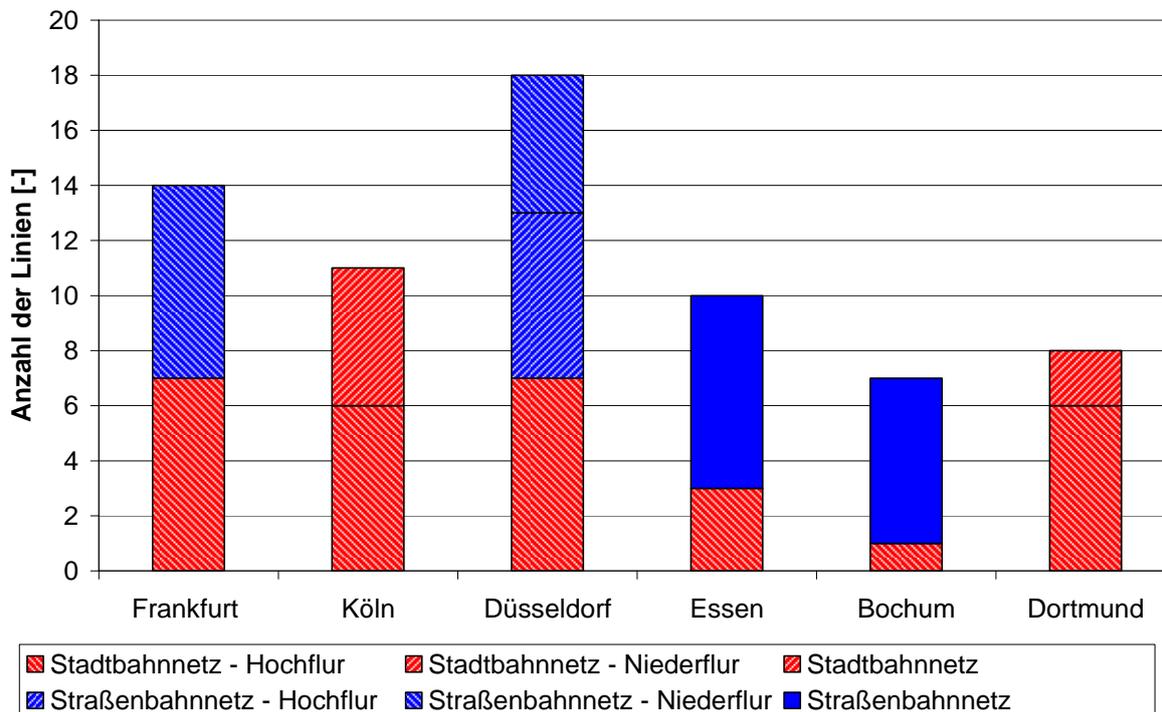


Abbildung 3.13: Vergleich der Streckenlängen der Stadtbahn- und Straßenbahnnetzen

### 3.8.2 Liniennetz

Auch die Liniennetze des Stadtbahn- und Straßenbahnnetzes weisen deutliche Unterschiede auf. In Frankfurt am Main und Köln ist jeweils ca. die Hälfte der Linien einem Teilnetz zugeordnet. In Düsseldorf, Essen und Bochum umfasst das Angebot deutlich mehr Straßen- als Stadtbahnlinien. Der Anteil der Hochflurlinien beträgt im Stadtbahnnetz Dortmund 6 von 8 Linien bzw. 75 %. 25 % der Linien sind Niederflurlinien. Das Liniennetz in Bochum umfasst nur eine Stadtbahnlinie. Dadurch ist die Fahrzeuganzahl der Stadtbahnfahrzeuge, die in Bochum eingesetzt werden auch sehr gering (s. Kapitel 3.8.3).



### 3.8.3 Fahrzeugeinsatz

Für die Städte Frankfurt am Main, Düsseldorf, Essen und Bochum können die untersuchten Netze anhand der Spurweite, der Nutzung unterirdischer Streckenabschnitte und der Definition der Betreiber in ein Straßenbahn- und ein Stadtbahnnetz aufgeteilt werden (s. 3.1.1). Der Fahrzeugeinsatz im Bereich des Stadtbahnnetzes beschränkt sich auf Hochflurfahrzeuge. Die Anzahl der Hochflurfahrzeuge unterscheidet sich deutlich. Während in Frankfurt am Main 210 Fahrzeuge zur Verfügung stehen, sind es in Düsseldorf mit 135 Fahrzeugen ca. die Hälfte an Fahrzeugen. In Essen und Bochum sind mit 45 bzw. 31 Fahrzeugen deutlich weniger Fahrzeuge zum Betrieb des Stadtbahnnetzes erforderlich.

Zum Betrieb der Straßenbahnnetze wird auf Hoch- und Niederflurfahrzeuge zurückgegriffen. Während in Frankfurt am Main die Anzahl der Hochflurfahrzeuge mit 3 gegenüber 100 Niederflurfahrzeugen verschwindend gering ist, ist das Verhältnis beider Fahrzeugarten in den anderen drei Netzen deutlich ausgeglichener. In Bochum werden mehr Nieder- als Hochflurfahrzeuge eingesetzt. In Düsseldorf und Essen übersteigt die Anzahl der Hochflurfahrzeuge die der Niederflurfahrzeuge, siehe Tabelle 3.20.

	Stadtbahnnetz		Straßenbahnnetz	
	Anzahl Hochflurfahrzeuge	Anzahl Niederflurfahrzeuge	Anzahl Hochflurfahrzeuge	Anzahl Niederflurfahrzeuge
Frankfurt am Main	210	0	3	100
Düsseldorf	135	0	59 + 28*	114
Essen	45	0	57	34
Bochum	31	0	37	58 / 70**
<i>* Beiwagen / ** Ab 2010</i>				

Tabelle 3.20: Vergleich des Fahrzeugeinsatzes bei den Straßenbahn und Stadtbahnnetzen

Für die Städte Köln und Dortmund erfolgt keine Unterteilung der Netze in ein Stadtbahn- und ein Straßenbahn-Teilnetz. Die Linien lassen sich fast ausschließlich als Stadtbahn charakterisieren. Die Differenzierung kann anhand des Fahrzeugeinsatzes erfolgen. Es lassen sich die Linien zu einem Hochflur- und einem Niederflurteilnetz zuordnen. Während in Köln der Fahrzeugeinsatz dieser Aufteilung angepasst wurde, sind in Dortmund zurzeit im Bereich des Niederflurnetzes auch Hochflurfahrzeuge im Einsatz. Bis zum Ende des Jahres 2011 werden Niederflurfahrzeuge in ausreichender Anzahl zur Verfügung stehen. Dann kann auf den Einsatz der Hochflurfahrzeuge im Niederflur-Teilnetz verzichtet werden. Die Anzahl der Fahrzeuge ist in der Tabelle 3.21 gegenübergestellt.

	Hochflur-Stadtbahnnetz		Niederflur-Stadtbahnnetz	
	Hochflurfahrzeuge	Niederflurfahrzeuge	Hochflurfahrzeuge	Niederflurfahrzeuge
Köln	174	0	0	193
Dortmund	73	0	16 / 0*	31 / 47*
<i>* Ab Ende 2011</i>				

Tabelle 3.21 Vergleich des Fahrzeugeinsatzes bei den ausgewählten Stadtbahnnetzen

### 3.8.4 Barrierefreiheit

Der Grad der Barrierefreiheit bzw. der Anteil der barrierefrei ausgestatteten Haltestellen der Stadtbahnnetze liegt zwischen ca. 45 % bei der Stadtbahn Düsseldorf und 95 % bei der Stadtbahn Bochum. In Frankfurt am Main, Köln und in Essen werden Werte um 70 % erreicht. In Dortmund sind rund 90 % der Haltestellen des Hochflurnetzes barrierefrei gestaltet. Mit Ausnahme von Düsseldorf sind jeweils mindestens 60 % der Haltestellen barrierefrei. Dies trifft auch auf das Stadtbahnnetz Hannover zu. Zurzeit sind ca. 65 % der Haltestellen barrierefrei. Bis Ende 2011 wird dieser Anteil auf rund 70 % gesteigert werden. Verglichen mit den untersuchten Netzen liegt das Stadtbahnnetz im mittleren Bereich, was die Barrierefreiheit angeht.

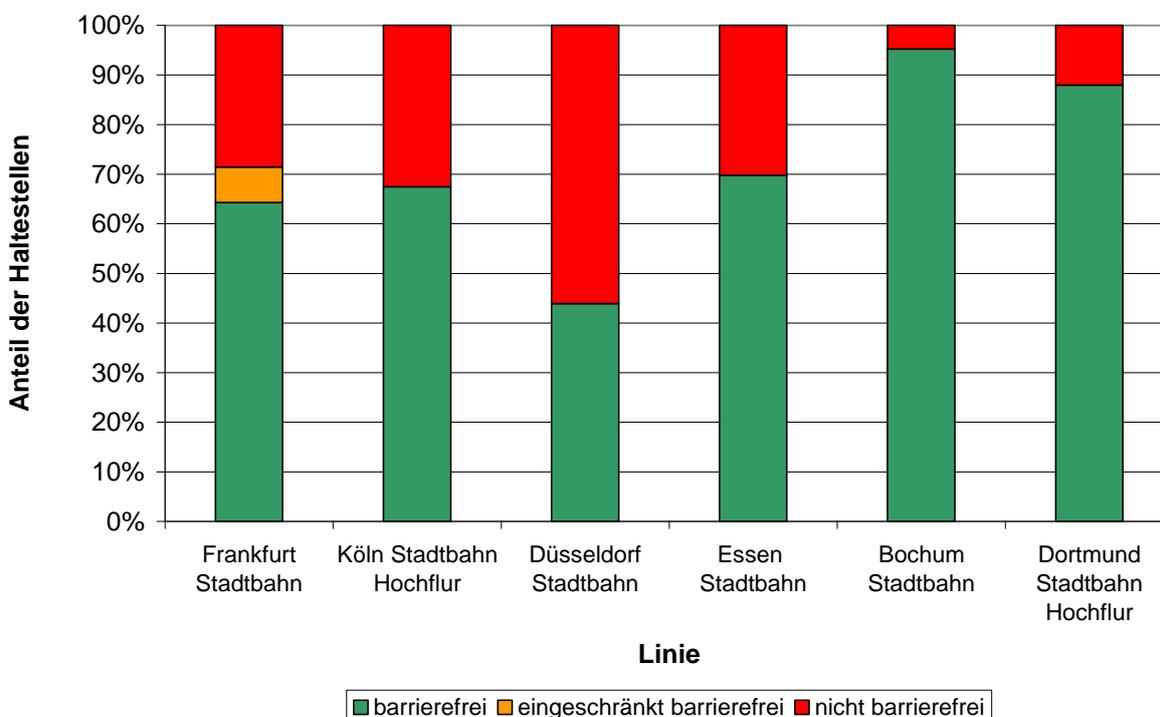


Abbildung 3.14: Barrierefreiheit der Stadtbahnnetze / der Hochflur-Stadtbahnnetze

Der Grad der Barrierefreiheit der Straßenbahnnetze bzw. der Niederflur-Stadtbahnnetze unterscheidet sich von dem der Stadtbahnnetze von Stadt zu Stadt geringfügig bis sehr stark. Das Minimum liegt bei ca. 10 % beim Essener Straßenbahnnetz und das Maximum mit über 90 % beim Kölner Stadtbahn-Niederflurnetz. Die Differenz zwischen Minimum und Maximum ist mit 80 Prozentpunkten sehr hoch. Nur das Kölner Netz weist einen hohen Grad der Barrierefreiheit im Niederflur-Teilnetz als im Hochflur-Teilnetz auf. Unter der Berücksichtigung der eingeschränkt barrierefrei gestalteten Haltestellen geht der Anteil in Frank-

furt am Main um rund 10, in Düsseldorf um rund 15, in Dortmund um rund 30, in Bochum um 55 und in Essen um rund 60 Prozentpunkte zurück.

Die Abbildung 3.15 stellt die Anteile grafisch dar. In Köln und in Frankfurt am Main werden ausschließlich bzw. nahezu ausschließlich Niederflurfahrzeuge eingesetzt. Der Grad der Barrierefreiheit der Netze unterscheidet sich aber voneinander. Hier zeigt sich, dass nicht nur die Fahrzeuge, sondern die Fahrzeuge und die Haltestellen für die Barrierefreiheit eines Systems entscheidend sind.

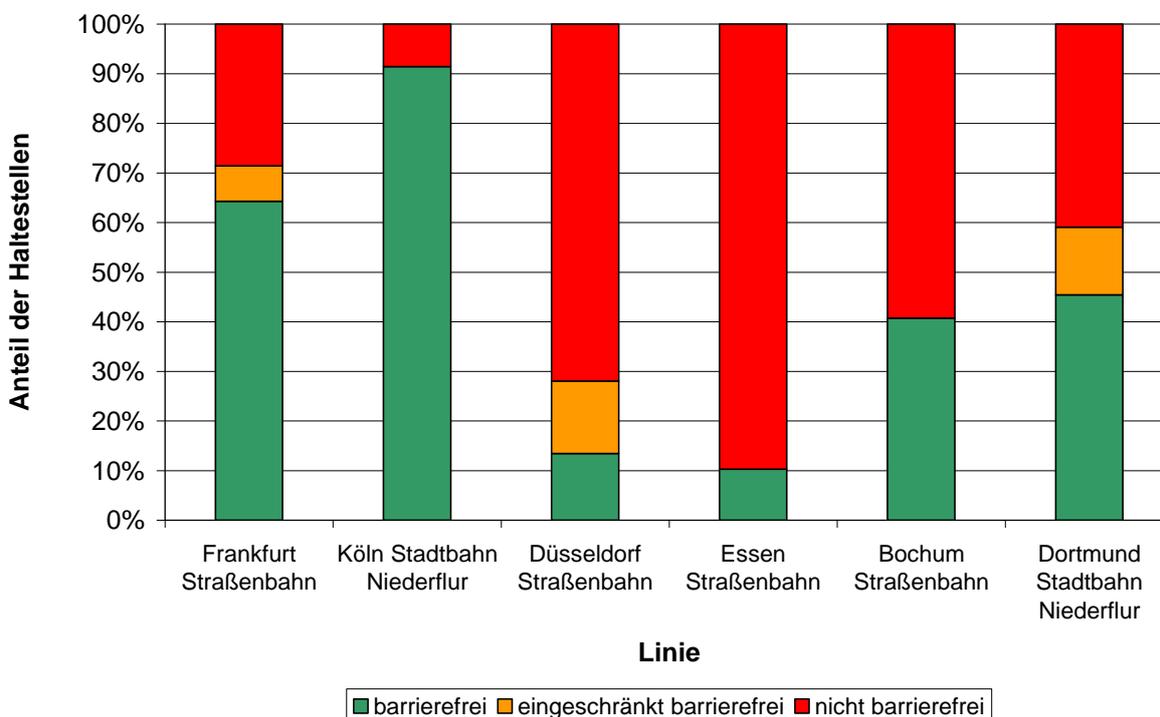


Abbildung 3.15: Barrierefreiheit der Straßenbahnnetze / Stadtbahn-Niederflurnetze

### 3.8.5 Instandhaltungskosten der Fahrzeuge und der Infrastruktur

Ein Bestandteil der Befragung der Verkehrsunternehmen befasste sich mit den Instandhaltungs- und Wartungskosten für die Fahrzeuge und für die Infrastruktur. Erfahrungsgemäß sind Kosten ein Thema, zu dem Unternehmen Daten ungern an Dritte weitergeben. Da dies bekannt ist, wurde die Untersuchung mit Unternehmen durchgeführt, die sowohl Niederflur- als auch Hochflurfahrzeuge im Einsatz haben. Dies ermöglichte den Unternehmen bei den Fragen nach den wirtschaftlichen Aspekten des Einsatzes von Niederflurfahrzeugen nicht in absoluten Kosten, sondern zu dem Verhältnis der Kosten zwischen Niederflurfahrzeugen und Hochflurfahrzeugen Stellung zu nehmen.

Die Ergebnisse bestätigen die Annahme, dass die Kosten beim Einsatz von Niederflurfahrzeugen die beim Einsatz von Hochflurfahrzeugen übersteigen. Die Erkenntnisse konnten sowohl für die Fahrzeuge, als auch für die Infrastruktur verifiziert werden. Dabei wurden Werte einzelner Unternehmen, die auffällig stark von den Durchschnittswerten nach oben abweichen, nicht berücksichtigt. Von den verbleibenden Werten wurde sodann ein neuer Durchschnittswert berechnet, der für die Untersuchung verwandt wird.

Die Ergebnisse der Analyse der ausgewählten Stadt- und Straßenbahnsysteme mussten auf die Situation in Hannover übertragen werden (s. Kapitel 4), um Aussagen über die Betriebskosten bei Einsatz von Niederflurfahrzeugen in Hannover treffen zu können. Hierfür wurde auf Grundlage der durch die Befragung der Verkehrsunternehmen ermittelten Kostenverhältnisse ein Berechnungsschlüssel für die weitergehende Untersuchung festgelegt.

Für die Wartung und Instandhaltung der Fahrzeuge werden gegenüber den heutigen Instandhaltungskosten in Hannover Mehrkosten in Höhe von 20 % angesetzt. Hierbei wird berücksichtigt, dass neuere Fahrzeuge oftmals schon so konstruiert werden, dass sie den Anforderungen einer kostengünstigen Instandhaltung eher entsprechen als ältere Fahrzeuge.

Für die Wartung und Instandhaltung der Infrastruktur werden in der folgenden Entwicklung von Szenarien für den Einsatz von Niederflurfahrzeugen in Hannover um 15 % höhere Kosten als im Ist-Zustand angesetzt. Bei der Infrastruktur werden nur die Kosten für die Grunderneuerung der Strecken angesetzt. Die übrigen Kosten werden bei der Ermittlung der Kosten nicht weiter berücksichtigt.

## 4 Übertragung der Untersuchungsergebnisse auf Hannover

Das Stadtbahnnetz Hannover wurde seit der Eröffnung des ersten unterirdischen Abschnitts zwischen den Stationen Waterloo und Hauptbahnhof stetig ausgebaut und weiterentwickelt. Bei der Übertragung der Untersuchungsergebnisse aus den anderen Städten auf das System in Hannover und der Entwicklung von Betriebskonzepten zum Einsatz von Niederflurfahrzeugen sollen die Qualitätsstandards, die das Netz heute aufweist, erhalten bleiben. Bei der Weiterentwicklung des Stadtbahnnetzes sind vor allem die Mängel bzgl. der Anforderungen der mobilitätseingeschränkten Fahrgäste zu betrachten. Außerdem muss stets das Gesamtnetz betrachtet werden. Die Realisierung von neuen Betriebskonzepten kann nur dann empfohlen werden, wenn sie einer großen Anzahl von Fahrgästen einen Nutzen bringt und der Nutzen gegenüber den Kosten in einem akzeptablen Verhältnis steht, da das für den öffentlichen Personennahverkehr zur Verfügung stehende Budget begrenzt ist.

Bei der Analyse des Ist-Zustands werden Maßnahmen, deren Realisierung bis zum Ende des Jahres 2011 als sicher angenommen werden kann, mit berücksichtigt. Dies betrifft zum einen die Erweiterung des Stadtbahnnetzes durch die Fertigstellung des ersten Abschnitts der Anbindung des Stadtteils Misburg an das Stadtbahnnetz und zum anderen den Bau von Hochbahnsteigen.

### 4.1 Analyse des Ist-Zustands des Stadtbahnnetzes

Die Fahrzeuge vom Typ TW 6000 und TW 2000, die zurzeit eingesetzt werden, weisen hinsichtlich der Anforderungen der mobilitätseingeschränkten Fahrgäste Mängel auf. Eine Zu- und Abgangsmöglichkeit für Fahrgäste im Rollstuhl zum System Stadtbahn besteht nur an mit Hochbahnsteigen ausgestatteten Haltestellen und Stationen. Die Ausstattung der Haltestellen und Stationen mit Hochbahnsteigen ist nicht nur für Rollstuhlfahrer von elementarer Bedeutung, sondern erleichtert allen Fahrgästen das Ein- und Aussteigen. Dies führt zu einem geringeren Zeitbedarf für den Fahrgastwechsel und auch zu geringeren Türöffnungs- und Türschließzeiten.

Die Ausstattung der Haltestellen und Stationen mit Hochbahnsteigen ist von Linie zu Linie sehr unterschiedlich. Die Verteilung dieser Haltestellen und Stationen über das gesamte Netz ist daher sehr inhomogen. Dadurch entsteht in Teilen des Stadtgebiets, deren Ausstattung mit Hochbahnsteigen noch nicht sehr weit fortgeschritten ist, der Wunsch nach einer möglichst zeitnahen Realisierung von barrierefreien Zugangsmöglichkeiten zu dem Stadtbahnssystem.

Die Durchschnittsgeschwindigkeit der einzelnen Stadtbahnlinien liegt im Bereich zwischen 19,4 km/h und 29,1 km/h, wie die unten stehende Abbildung 4.1 zeigt. Die Linie 8 weist mit 29,1 km/h die höchste Durchschnittsgeschwindigkeit auf. Bezogen auf die gesamte Linien-

länge ist der Anteil an unterirdischer Strecke sehr hoch. Außerhalb der Tunnelstrecke verfügt die Linie ausnahmslos über einen besonderen Bahnkörper. Die anderen Linien weisen – mit Ausnahme der Linien 9, 10 und 17 – eine durchschnittliche Geschwindigkeit von 25,9 bis 28,1 km/h auf. Dies sind für ein Stadtbahnsystem sehr gute Werte.

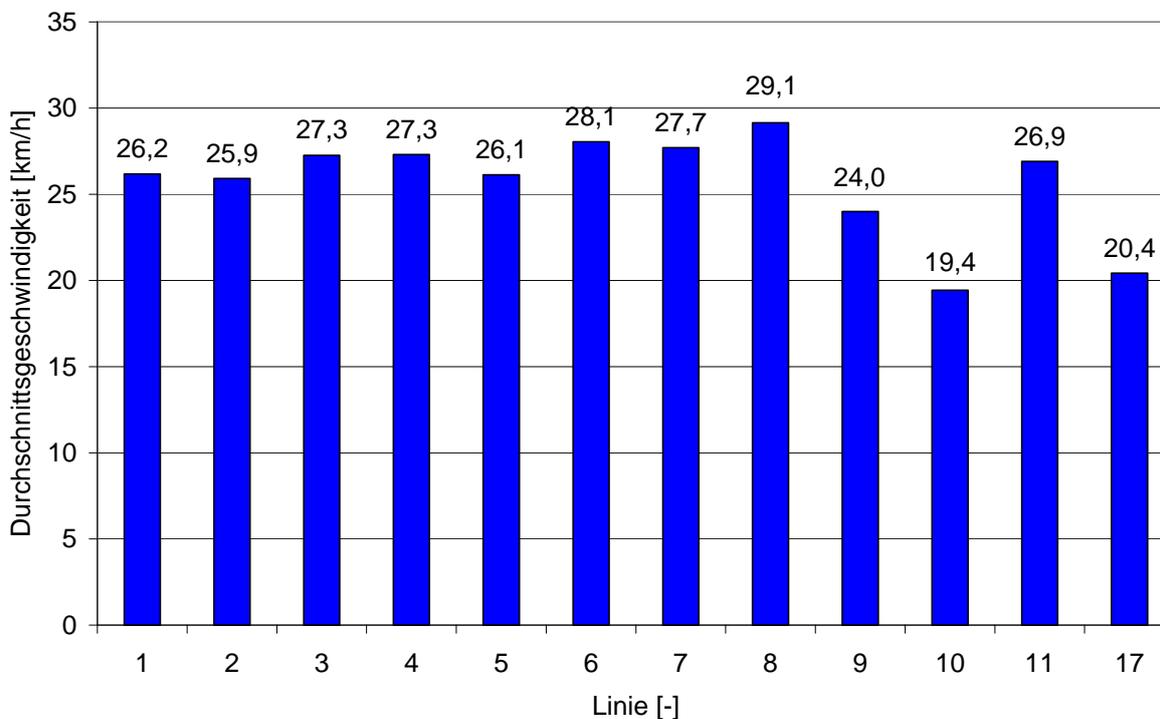


Abbildung 4.1: Durchschnittsgeschwindigkeiten der Stadtbahnlinien

Die Linie 9 liegt mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 24 km/h leicht unter den 26 bis 28 km/h. Zum einen ist dies durch den recht großen Anteil von straßenbündigem Bahnkörper an der gesamten Streckenlänge zu begründen. Zum anderen ist auch der durchschnittliche Haltestellenabstand zu betrachten.

In der unten stehenden Abbildung 4.2 sind die durchschnittlichen Haltestellenabstände als blaue Säulen und die durchschnittlichen Geschwindigkeiten als rote Linie gemeinsam dargestellt. Die Skalierung der beiden Y-Achsen ist auf die Bedingungen der Linie 8 normiert. Die Achsen beginnen bei 0 und erreichen die maximalen Werte für den Haltestellenabstand und die Geschwindigkeit in Abhängigkeit der Ergebnisse der Linie 8.

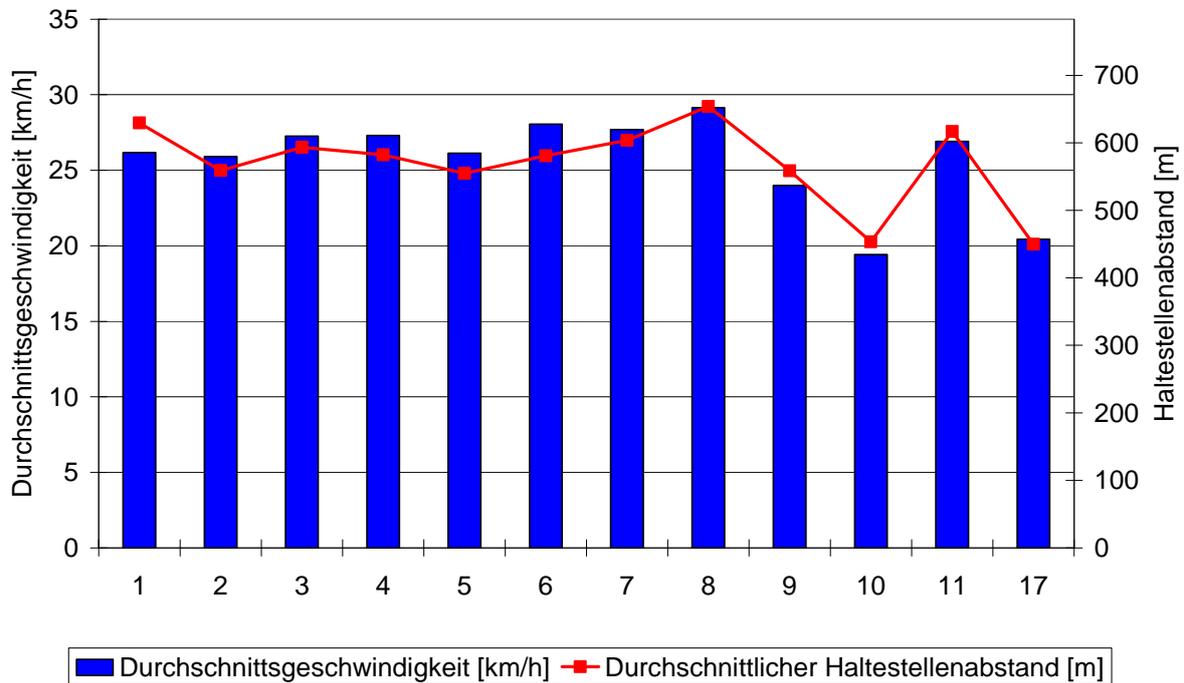


Abbildung 4.2: Durchschnittliche Geschwindigkeit und durchschnittlicher Haltestellenabstand der Stadtbahnlinien

Es ist ersichtlich, dass der Haltestellenabstand die durchschnittliche Reisegeschwindigkeit deutlich beeinflusst. Die Reisegeschwindigkeit ist jedoch auch abhängig von den Anteilen von unabhängigem Bahnkörper, besonderem Bahnkörper und straßenbündigem Bahnkörper am Linienweg, von der Kurvigkeit der Streckenführung und dem Anteil an Hochbahnsteigen, da hier die Haltezeit durch den bequemeren Einstieg kürzer ist. Bei der Fahrt auf besonderem und unabhängigem Bahnkörper können höhere Höchstgeschwindigkeiten zugelassen werden. Außerdem muss bei der Fahrt im Straßenraum mit störenden Einflüssen von anderen Verkehrsteilnehmern gerechnet werden, was zu einer Reduzierung der Geschwindigkeit führt. Daher werden Neubauabschnitte des Streckennetzes in der Regel mit besonderem Bahnkörper versehen, es sei denn die Randbedingungen, wie die Breite des Straßenraumes, lassen dies nicht zu. Auch bestehende Streckenabschnitte mit straßenbündigem Bahnkörper werden, soweit dies möglich ist, nach und nach mit besonderem Bahnkörper ausgestattet.

Neben dem Schutz vor äußeren Einflüssen auf besonderem oder unabhängigem Bahnkörper ist eine weitere Möglichkeit, die Anzahl der Haltestellen zu verändern. Bei zwei Haltestellen, die nicht weit voneinander entfernt liegen, kann es sinnvoll sein, diese zu einer Haltestelle zusammenzulegen, wenn beide Haltestellen nur von wenigen Fahrgästen genutzt werden. Für diese entsteht zwar ein Nachteil durch den längeren Weg zur neuen Haltestelle, aller-

dings entsteht für die Fahrgäste, die an dieser Haltestelle nicht ein- oder aussteigen, ein Vorteil.

## 4.2 Analyse der Barrierefreiheit des Liniennetzes

Die Abbildung 4.3 zeigt den Zustand des Stadtbahnnetzes zum Ende des Jahres 2011.

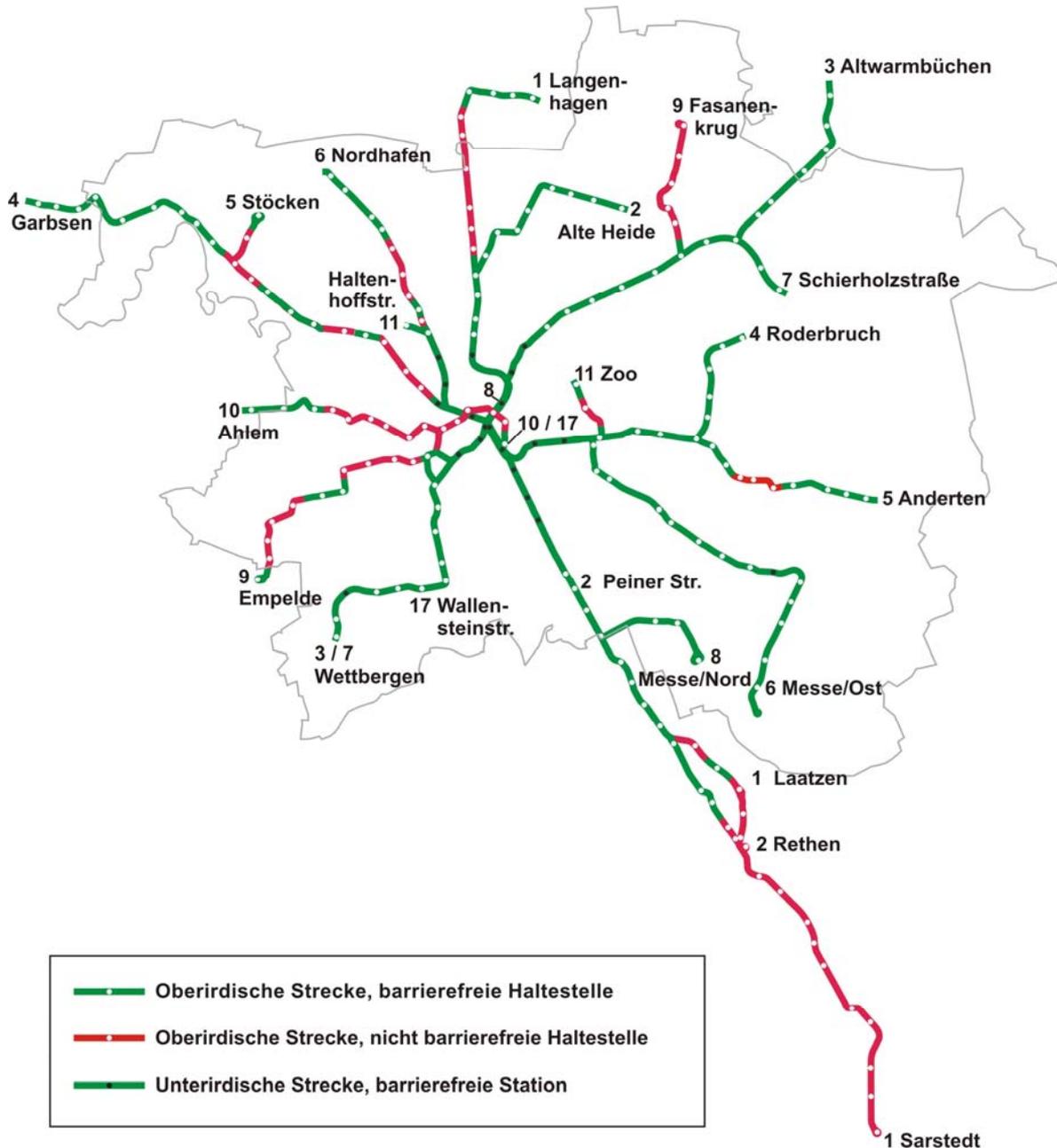


Abbildung 4.3: Barrierefreiheit des Stadtbahnnetzes

Es wird davon ausgegangen, dass bis Ende des Jahres 2011 die Nachrüstung mit Aufzügen der drei verbleibenden U-Bahn-Stationen Königsworther Platz, Markthalle/Landtag und Werderstraße abgeschlossen ist. Außerdem sehen die aktuellen Planungen die Ausstattung von insgesamt 6 Haltestellen mit Hochbahnsteigen vor. Es handelt sich hierbei um die Haltestellen Kantplatz, Uhlhornstraße, Misburger Straße, Herrenhäuser Markt, Bahnhof Leinhausen und Schwarzer Bär. Mitte des Jahres 2010 wird voraussichtlich der erste Abschnitt der Stadtbahnverlängerung Misburg eröffnet. Die Linie 7 wird dann vom heutigen Endpunkt Paracelsusweg über die Haltestelle Pappelwiese bis zur Haltestelle Schierholzstraße fahren. Das Netz wächst um zwei barrierefreie Haltestellen.

#### 4.2.1 A-Strecke, Linien 3, 7 und 9

Die oberirdischen Linienäste weisen sehr unterschiedliche Ausstattungsstandards auf. Die Haltestellen der Linien 3 und 7 sind komplett mit Hochbahnsteigen ausgestattet. Eine Umstellung dieser Linien auf den Betrieb mit Niederflurfahrzeugen kommt daher nicht in Betracht, da diese Linien bereits den Anforderungen der mobilitätseingeschränkten Fahrgäste genügen. Neben den Linien 3 und 7 nutzt außerdem die Linie 9 den A-Tunnel, wie die Abbildung 4.4 zeigt. Von den 29 Haltestellen und Stationen der Linie 9 sind 13 nicht barrierefrei, was einem Anteil von rund 45 % entspricht.

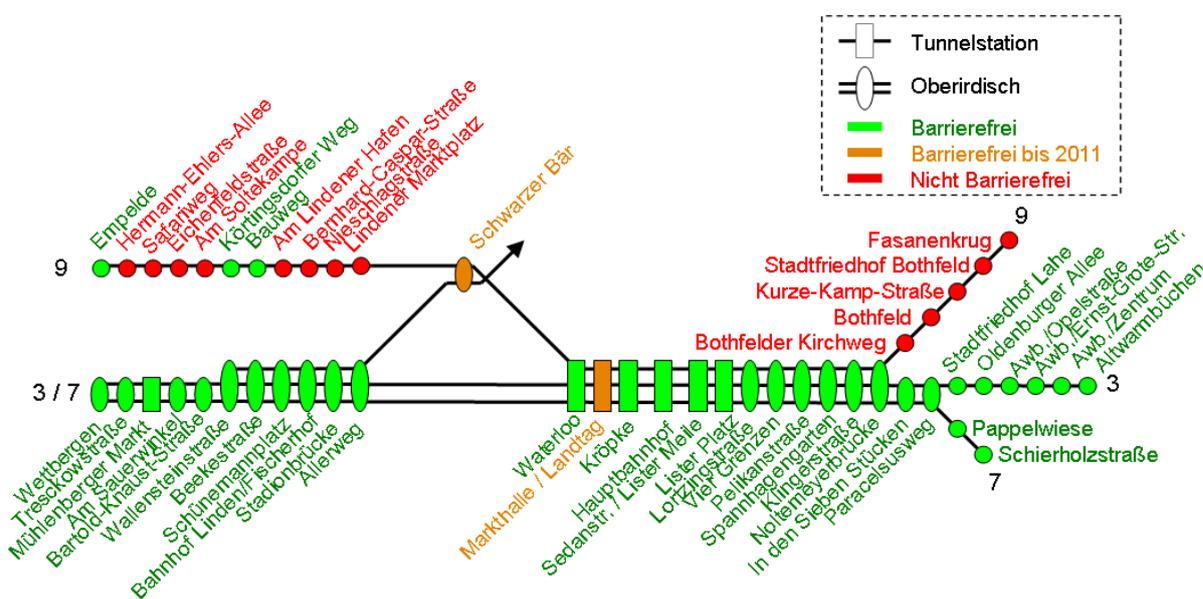


Abbildung 4.4: Barrierefreiheit der Stadtbahnlinien der A-Strecke

Der Linienast zum Fasanenkrug verfügt über fünf Haltestellen, von denen keine barrierefrei gestaltet ist. Der Ast nach Empelde verfügt über vier barrierefreie Haltestellen von gesamt zwölf Haltestellen. Die Anteile von 0 bzw. 25 % geben Anlass, zu untersuchen, ob die Linie 9 auf den Betrieb mit Niederflurfahrzeugen umgestellt werden kann.





Oberfläche. Wie die Abbildung 4.7 zeigt, sind nur vier der 15 Haltestellen barrierefrei ausgebaut. Dies entspricht einem Anteil von 27 %.

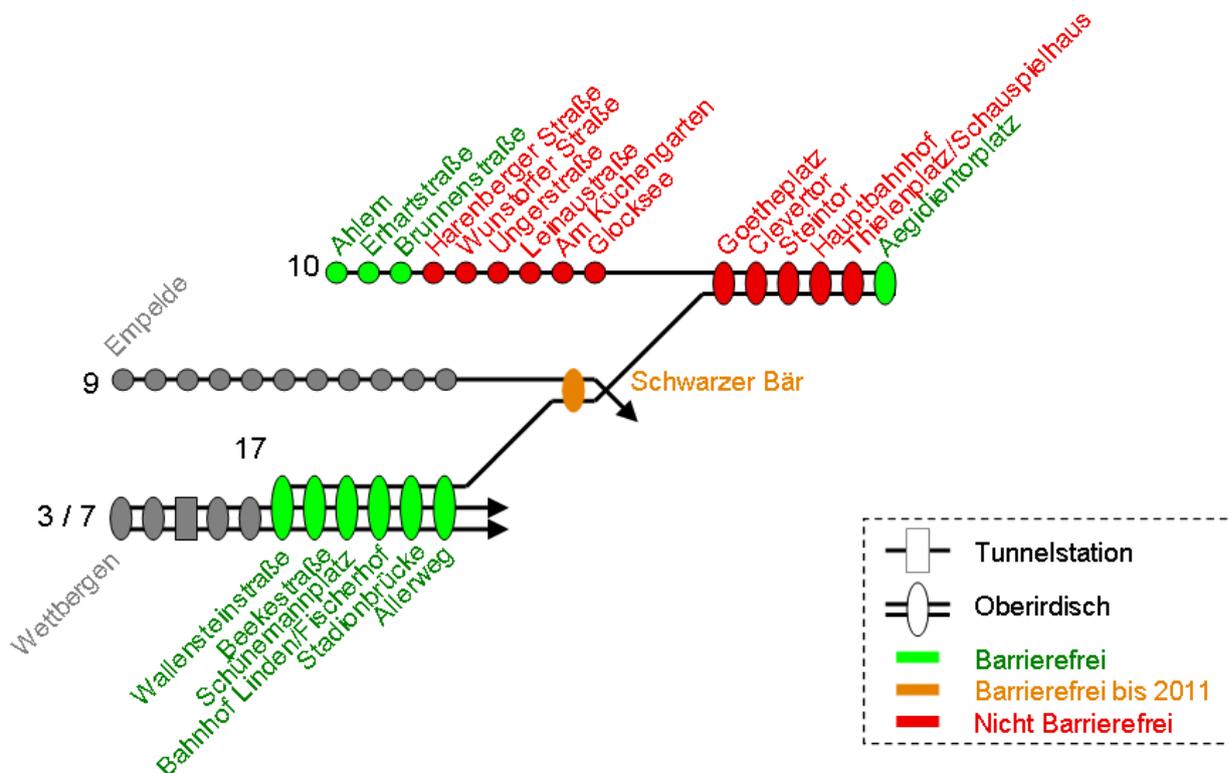


Abbildung 4.7: Barrierefreiheit der Stadtbahnlinien der D-Strecke

Die barrierefreien Haltestellen sind nicht entlang des Linienverlaufs gleichmäßig verteilt. Im Bereich der Innenstadt ist nur die Haltestelle Aegidientorplatz mit einem Hochbahnsteig ausgestattet. Die anderen drei barrierefreien Haltestellen befinden sich im westlichen Stadtgebiet in den Stadtteilen Ahlem und Limmer. Die Umstellung der Linie 10 auf den Einsatz von Niederflurfahrzeugen wird im Kapitel 4.4.1 untersucht.

Die Linie 17 verbindet die D-Linie und den Linienast der A-Strecke nach Wettbergen. Im Bereich des gemeinsamen Linienwegs mit den Linien 3 und 7 sind alle Haltestellen mit Hochbahnsteigen ausgestattet. Im Bereich des gemeinsamen Linienwegs mit der Linie 10 ist nur die Haltestelle Aegidientorplatz mit einem Hochbahnsteig ausgestattet. Die Umstellung der Linie 17 auf den Betrieb mit Niederflurfahrzeugen ist für den Abschnitt von der Wallensteinstraße bis zur Haltestelle Allerweg wegen der Ausstattung der Haltestellen mit Hochbahnsteigen nicht sinnvoll.

### **4.3 Randbedingungen für den Einsatz von Niederflurfahrzeugen in Hannover**

Die Schienenfahrzeugtechnik wurde seit der Beschaffung der ersten Fahrzeuge des Typs TW 6000 stetig weiterentwickelt. Heute stehen leistungsfähige Niederflurfahrzeuge zur Verfügung, die beim Einsatz in Stadt- und Straßenbahnsystemen anderer Städte ihre Leistungsfähigkeit täglich unter Beweis stellen.

Die Entwicklung von Betriebskonzepten zum Einsatz der Niederflurtechnik in Hannover erfordert zunächst die Festlegung der Randbedingungen. Dies ist notwendig, da es viele verschiedene Fahrzeugtypen und Bahnsteigkonfigurationen gibt. Außerdem können Fahrzeug- und Bahnsteigabmessungen so gewählt werden, dass die Stufenhöhe und die Breite des Spalts zwischen Bahnsteig und Fahrzeug nur so groß ausfallen, dass alle mobilitätseingeschränkten Fahrgäste eigenständig und ohne fremde Hilfe in das Fahrzeug ein- und aus dem Fahrzeug aussteigen können.

#### **4.3.1 Fahrzeug**

Für diese Studie wird vom Einsatz eines 70%-Niederflurfahrzeugs – wie in Kapitel 3.1 beschrieben – ausgegangen. Ein Fahrkartenverkauf durch das Fahrpersonal der Stadtbahn findet in Hannover nicht statt, hierfür stehen an allen Haltestellen und Stationen Fahrkartenautomaten zur Verfügung. Daher muss die erste Tür nicht in unmittelbarer Nähe des Fahrers angeordnet sein. Das Niederflurfahrzeug soll wie die Fahrzeuge vom Typ TW 2000 eine Länge von 25 Metern haben. Fahrzeuge können zu Zeiten normaler Nachfrage als Zwei-Wagen-Zug fahren. Sollte sich die Nachfrage kurzfristig oder langfristig erhöhen, besteht die Möglichkeit, auch mit Drei-Wagen-Zügen zu fahren. Die Länge dieser Züge mit 75 m entspricht dem Grenzwert des § 55 (2) der BOStrab für Züge, die am Straßenverkehr teilnehmen, wenn kein besonderer oder unabhängiger Bahnkörper existiert.

Die Fahrgastkapazität des Fahrzeugs soll – wie bei den Fahrzeugen vom Typ TW 6000 und TW 2000 – bei ca. 50 Sitz- und 100 Stehplätze liegen. Das Fahrzeug soll außerdem über Mehrzweckbereiche verfügen. Diese Anforderungen können nur bei einer Fahrzeugbreite von 2,65 m realisiert werden.

Eine weitere Restriktion entsteht durch die Länge der Werkstattgleise. Die Werkstattgleise sind auf Fahrzeuglängen von 25 bzw. 28 m ausgelegt. Sollte ein neues Fahrzeug mit einer Länge von mehr als 28 m beschafft werden, müsste die Werkstatt umgebaut werden. Da die Grundstücksfläche am heutigen Standort Glocksee aufgrund der umliegenden Bebauung und der Flüsse Ihme und Leine nicht zu vergrößern ist, wäre entweder ein aufwendiger Umbau der Werkstatt am bestehenden Standort oder ein Neubau an einem anderen Standort erforderlich. Am Markt erhältliche 37,5m-Fahrzeuge, die bei Doppeltraktion die bei BOStrab vorgeschriebenen 75 m erreichen würden, scheiden deshalb für Hannover aus. Aus

diesem Grund wird für das neue Fahrzeug im Folgenden von einer Länge von 25 m und einer Breite von 2,65 m ausgegangen.

Aus Marktrecherchen werden für ein am Markt erhältliches Niederflurfahrzeug, das für die weiteren Untersuchungen unterstellt wird, Kosten in Höhe von 2,4 Mio. Euro pro Fahrzeug angesetzt. Bei Vergleichsrechnungen wird ein Hochflurfahrzeug mit 2,38 Mio. Euro berücksichtigt.

#### **4.3.2 Einstiegshöhen**

Die Umsetzung der Barrierefreiheit im Stadtbahnnetz Hannover erfolgte in der Vergangenheit nach dem Grundsatz, dass ein barrierefreier Zugang zum Fahrzeug an allen Türen eines Fahrzeugs gegeben sein soll. Der Nahverkehrsplan gibt dies als Standard vor. Der Fahrgast im Rollstuhl kann selbstbestimmt und selbstständig an jeder Tür ein- und aussteigen. Diese Lösung ist diskriminierungsfrei und wird daher u. a. von den Interessenverbänden unterstützt.

Die Einstiegshöhe des Niederflurfahrzeugs soll bei 35 cm liegen. Es muss daher eine Bahnsteighöhe von mindestens 30 cm gewählt werden. Die Untersuchung zeigt, dass Einstiegshöhen zwischen 29 und 41 cm bei den eingesetzten Niederflurfahrzeugen vorhanden sind. Bei einer Einstiegshöhe von 30 cm sind in der Regel im Fahrzeug Rampen vorhanden, die die Fußbodenhöhe auf 35 cm anheben. Bei einer entsprechenden Bestellung für Hannover sollte deshalb von einer Einstiegshöhe von 35 cm ausgegangen werden, bei der auf eine Rampe im Fahrzeug verzichtet werden kann und bei 30 cm Bahnsteighöhe ein barrierefreier Einstieg möglich ist. Dem Fahrgast, der auf ein barrierefreies Fahrzeug angewiesen ist, steht der größte Teil des Innenraums zur Verfügung, mit Ausnahme der beiden Bereiche an den Enden des Fahrzeugs, wo das Niveau des Fußbodens angehoben ist. Die Baukosten für Niederflurbahnsteige mit einer Höhe zwischen 25cm und 30 cm sind nahezu identisch.

Die Fahrzeuglänge soll – wie bereits erläutert – bei 25 m liegen, wobei die äußeren Türen sich nicht direkt an den Enden des Fahrzeugs befinden sollen. Eine Bahnsteiglänge von 70 m ist daher für einen Dreiwagenzug ausreichend. Die erforderlichen Bahnsteigbreiten bleiben gegenüber einem Hochbahnsteig unverändert. Für einen Seitenbahnsteig ist eine Mindestbreite von 2,5 m und für einen Mittelbahnsteig eine Mindestbreite von 4,0 m vorzusehen. Bei beengten Platzverhältnissen können diese Maße geringfügig unterschritten werden.

#### **4.3.3 Einstiegshilfen**

Werden beim Einsatz eines Niederflurfahrzeuges nicht – wie unter 4.3.2 geschildert – Bahnsteige mit einer Höhe von 30 cm über die gesamte Fahrzeuglänge vorgehalten, so

müssen Einstiegshilfen vorgesehen werden. Am Markt erhältlich sind elektrische und mechanische Rampen. Die Investitions- und Instandhaltungskosten für elektrische Rampen sind deutlich höher als bei mechanischen Rampen. Die Bedienung einer mechanischen Rampe ist in der Regel auch durch Mitreisende möglich. Wohingegen eine elektrische Rampe nur vom Triebfahrzeugführer aus bedient werden kann.

Neben der Ausstattung mit einer Rampe kann ein Fahrzeug auch mit einem Hublift ausgestattet sein. Diese Einstiegshilfe wird beispielsweise bei der Bremer Straßenbahn verwendet. Ein Fahrgast, der auf einen Rollstuhl angewiesen ist, kann in diesem mit dem Hublift auch an Haltestellen, die über keinen Bahnsteig verfügen, den Fahrzeuginnenraum erreichen. Allerdings dürfen andere Fahrgäste der Gruppe der mobilitätseingeschränkten Fahrgäste diesen Hublift nicht nutzen. Ältere Fahrgäste mit sog. Rollatoren können den Lift nicht nutzen und haben daher keinen barrierefreie Zugangsmöglichkeit zum Fahrzeug. Die Ausrüstung der Fahrzeuge mit einem Hublift ist daher nicht zu empfehlen.

Bei der Verwendung einer Rampe oder eines Hublifts ist der Zugang in der Regel nur an einer Tür möglich. Außerdem benötigt das Benutzen des Hublifts oder das Ein- und Ausfahren oder -klappen der Rampe Zeit. Hierfür müssen bis zu 90 Sekunden angesetzt werden. Sollte an einer Haltestelle ein Fahrgast im Rollstuhl einsteigen, und gleichzeitig ein anderer aussteigen wollen, kann dies nur nacheinander geschehen. Der Zeitbedarf steigt dann auf bis zu drei Minuten. Dieser Mehrbedarf an Haltezeit kann von den anderen Fahrgästen als störend wahrgenommen werden. Selbst wenn dies nicht so ist, kann der mobilitätseingeschränkte Fahrgast dies befürchten, auch wenn dies nicht für ihn durch Äußerungen oder Handlungen anderer Fahrgäste offensichtlich ist. Trotz der Tatsache, dass der mobilitätseingeschränkte Fahrgast nicht die Schuld für die Haltezeitverlängerung trägt, kann er Schuldgefühle entwickeln. Eine Zugangsmöglichkeit an nur einer Tür ist daher zu vermeiden.

Regelmäßig auftretende große Haltezeitverlängerungen machen die Konstruktion eines stabilen Fahrplans unmöglich. Es bestünde die Möglichkeit, Haltezeitreserven bei jedem Halt vorzusehen, allerdings würde dies die durchschnittliche Geschwindigkeit senken und damit die Reisezeit spürbar verlängern. Sollte an einer Haltestelle die Reserve nicht benötigt werden, muss das Fahrzeug, obwohl es abfahrtsbereit wäre, an der Haltestelle warten, bis die Abfahrtszeit erreicht ist. Dies würde von den Fahrgästen nicht akzeptiert werden. Ein weiteres Problem ist die Priorisierung der Stadtbahnen an den Lichtsignalanlagen. Diese kann nur dann rechtzeitig die Phase für die Stadtbahn schalten, wenn die Anmeldung des Fahrzeuges rechtzeitig erfolgt und die bei der Programmierung der Steuerung zugrunde gelegte Haltezeit auch eingehalten wird. Wenn die Haltezeit stark überschritten wird, wird die Priorisierung der Stadtbahn aufgegeben. Der Individualverkehr kann fahren. Erst nach einer Wartezeit ist die Weiterfahrt des Stadtbahnfahrzeuges möglich.

#### 4.3.4 Fördermöglichkeiten

Bei der weiteren Untersuchung kann davon ausgegangen werden, dass Fahrzeugkosten, unabhängig davon, ob es Hochflur- oder Niederflurfahrzeuge sind, mit jeweils 50 % gefördert werden.

Die Erfahrung zeigt, dass Bahnsteige, die einen barrierefreien Zugang zu den Bahnen ermöglichen, unter Berücksichtigung der Planungskosten mit 66 % gefördert werden. Auch dieser Förderansatz ist unabhängig davon, ob es sich um Hochflur- oder Niederflurbahnsteige handelt. Für den Umbau eines Hochbahnsteigs zu einem Niedrigbahnsteig wird keine Förderung berücksichtigt.

Bei der Kostenberechnung der einzelnen Varianten wird deshalb bei Fahrzeugen mit einer 50%-Förderung gerechnet, bei Bahnsteigen mit einer 66%-Förderung.

#### 4.3.5 Kapitalkosten

Zur Kapitalisierung der Kosten wird ein Zinssatz von 6 % und eine lineare Abschreibung zu Grunde gelegt. Der Abschreibungszeitraum wird bei Fahrzeugen und dem Werkstattumbau auf 25 Jahre und bei dem Neu- und Umbau der Haltestellen auf 35 Jahre festgelegt.

#### 4.3.6 ULF – Ultra Low Floor Technik

Seit 1998 sind in Wien so genannte ULF-Fahrzeuge im Regelbetrieb im Einsatz, die eine Einstiegshöhe von 21 cm aufweisen. <sup>[24]</sup> Ein barrierefreier Einstieg in diese Fahrzeuge ist von einem Straßenbord mit 16 cm Höhe möglich. Dabei ist zu berücksichtigen, dass ein Winterbetrieb vorgesehen ist, bei dem das Fahrzeug um 4 cm angehoben wird, was die Barrierefreiheit beeinträchtigt.

Verschiedene Gründe lassen einen Einsatz in Hannover nicht sinnvoll erscheinen. Eine Festlegung auf die Einstiegshöhe von 21 cm würde sofort die Festlegung auf einen Hersteller bedeuten, da nur eine Firma weltweit Fahrzeuge mit dieser Einstiegshöhe produziert.

Bisher ist das Fahrzeug nur als Einrichtungsfahrzeug erhältlich, für einen Einsatz in Hannover müsste eine Neukonstruktion des Fahrzeugs als Zweirichtungsfahrzeug erfolgen. Die Länge des Fahrzeugs beträgt 24 bzw. 35 m bei einer Fahrzeugbreite von 2,40 m. Damit entspricht die Platzkapazität im 24m-Fahrzeug nicht den Randbedingungen in Hannover, das 35m-Fahrzeug könnte nicht in den vorhandenen Werkstätten instand gesetzt werden. Außerdem weist das Fahrzeug an allen Achsen so genannte Losräder auf, die nach übereinstimmender Meinung der Experten für einen höheren Verschleiß an der Infrastruktur verantwortlich sind.

Das Fahrzeug verfügt über 8 Räder. Die Fahrzeuge anderer Hersteller haben mindestens 12 Räder bei vergleichbarer Fahrzeuglänge. Dies führt zu einer höheren statischen und

dynamischen Radlasten. Der Hersteller gibt diese mit  $< 6,0$  t an. Bei anderen Hochflur- und Niederflurfahrzeugen liegen sie bei  $< 5,0$  t.

Die Konstruktion des Antriebs müsste auf die niedrige Einstiegshöhe angepasst werden. Die Motoren sind über den Rädern angeordnet. Der Platz, den der Motor und die anderen Komponenten des Antriebs und des Fahrwerks einnehmen, steht den Fahrgästen im Innenraum nicht zur Verfügung. Im Bereich der Räder wird der Fahrgastraum daher auf ca. ein Drittel der Breite eingeengt. Neben den Nachteilen für die Fahrgäste durch das geringere Platzangebot im Innenraum führen diese Sonderkonstruktion des Antriebs sowie die höhere Radlast zu höheren Infrastrukturkosten als in Kapitel 3.8 geschildert, da die dort für den Kostenvergleich herangezogenen Niederflurfahrzeuge am Fahrzeuganfang und Fahrzeugende jeweils Drehgestelle mit konventionellen Radsätzen haben und nur in Fahrzeugmitte mit Losradkonstruktionen verkehren.

Im Folgenden wird dieses Fahrzeug aus den oben dargestellten Gründen nicht weiter betrachtet.

#### **4.4 Betriebsvarianten zum Einsatz von Niederflurfahrzeugen**

Im Folgenden werden insgesamt drei Varianten für die Umstellung von Teilbereichen des Netzes auf den Betrieb von Niederflurfahrzeugen untersucht. Die unten stehende Abbildung 4.8 zeigt den Ist-Zustand des Teilnetzes der Linien 3, 7, 9, 10 und 17. Ebenfalls dargestellt sind die Änderungen, die sich bis 2011 ergeben. Zum einen ist die Haltestelle Schwarzer Bär mit einem Hochbahnsteig ausgestattet und zum anderen ist die Verlängerung der Stadtbahnlinie 7 bis zur Haltestelle Schierholzstraße fertiggestellt.

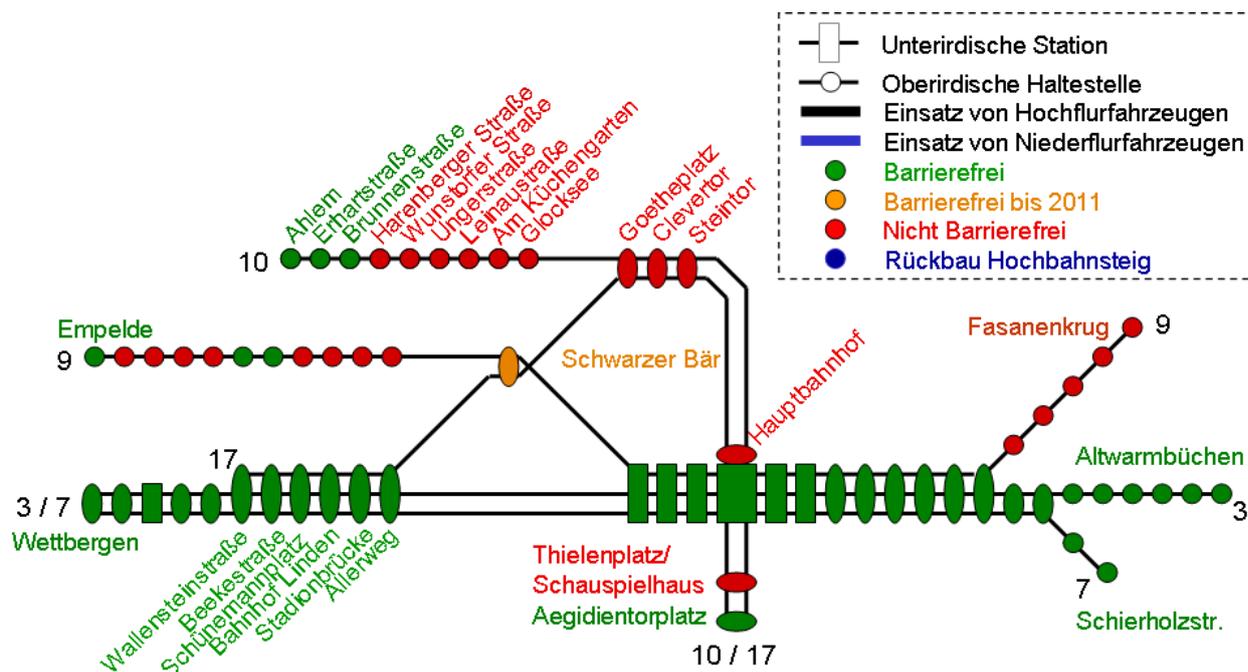


Abbildung 4.8: Linienkonzept Ist-Zustand 2011

Ausgehend von diesem Zustand des Netzes werden drei Varianten zum Einsatz von Niederflurfahrzeugen untersucht. Die Variante 1 umfasst den Einsatz von Niederflurfahrzeugen auf der Linie 10. Die Variante 2 basiert auf der Umstellung der Linien 9 und 10 auf Niederflurtechnik. Die Variante 3 untersucht den Einsatz von Niederflurfahrzeugen auf den Linien 9, 10 und 17.

Für die Varianten werden die Auswirkungen auf die anderen Linien des Netzes dargestellt. Es werden die notwendigen Anpassungen der Infrastruktur aufgezeigt und die notwendige Anzahl von Fahrzeugen wird ermittelt. Ausgehend von diesen Daten und den Ergebnissen der Befragung der Verkehrsunternehmen anderer Städte (s. Kapitel 3) werden die Kosten abgeschätzt, die bei der Realisierung der jeweiligen Variante anfallen würden.

#### 4.4.1 Variante 1: Umstellung der Linie 10 auf Niederflurtechnik

Wie bereits bei der Analyse des bestehenden Stadtbahnnetzes dargestellt wurde, weist die Linie 10 mit nur 4 von 15 Haltestellen einen sehr geringen Anteil an barrierefreien Haltestellen auf. Die Haltestellen, die mit einem Hochbahnsteig ausgestattet sind, müssen umgebaut werden, bevor Niederflurfahrzeuge hier halten können. Der Aufwand für den Umbau der Haltestellen ist bei der Linie 10 am geringsten verglichen mit den anderen Linien. Deshalb wird als Variante 1 der Einsatz von Niederflurfahrzeugen auf der Linie 10 untersucht.

#### 4.4.1.1 Auswirkungen auf andere Linien

Zum Betrieb der anderen Linien werden weiterhin Hochflurfahrzeuge eingesetzt. Der Linienverlauf der Linie 10 lässt sich im Ist-Zustand (s. Abbildung 4.8) in zwei Bereiche einteilen. Der Streckenabschnitt zwischen den Haltestellen Aegidientorplatz und Goethestraße wird gemeinsam von den Linien 10 und 17 genutzt. Der verbleibende Streckenabschnitt bis zur Haltestelle Ahlem wird nur von der Linie 10 befahren. Für den gemeinsam genutzten Streckabschnitt ergibt sich unter der Beibehaltung der heutigen Linienführungen ein Mischverkehr aus Hochflur- und Niederflurfahrzeugen. Die gemeinsamen Haltestellen lassen sich aufgrund der verschiedenen Einstiegshöhen und Fahrzeugbreiten nicht ohne Weiteres für beide Fahrzeugtypen barrierefrei gestalten (s. 4.4.4).

Wenn der heutige Linienverlauf der Linie 17 beibehalten wird, werden 6 Haltestellen von Hochflur- und Niederflurfahrzeugen bedient. Diese Linienführung wird im Folgenden als Variante 1a bezeichnet (s. Abbildung 4.9). Der Vorteil dieser Variante ist die Vergleichbarkeit zum heutigen Zustand des Liniennetzes. Der wesentliche Nachteil ist die fehlende Barrierefreiheit.

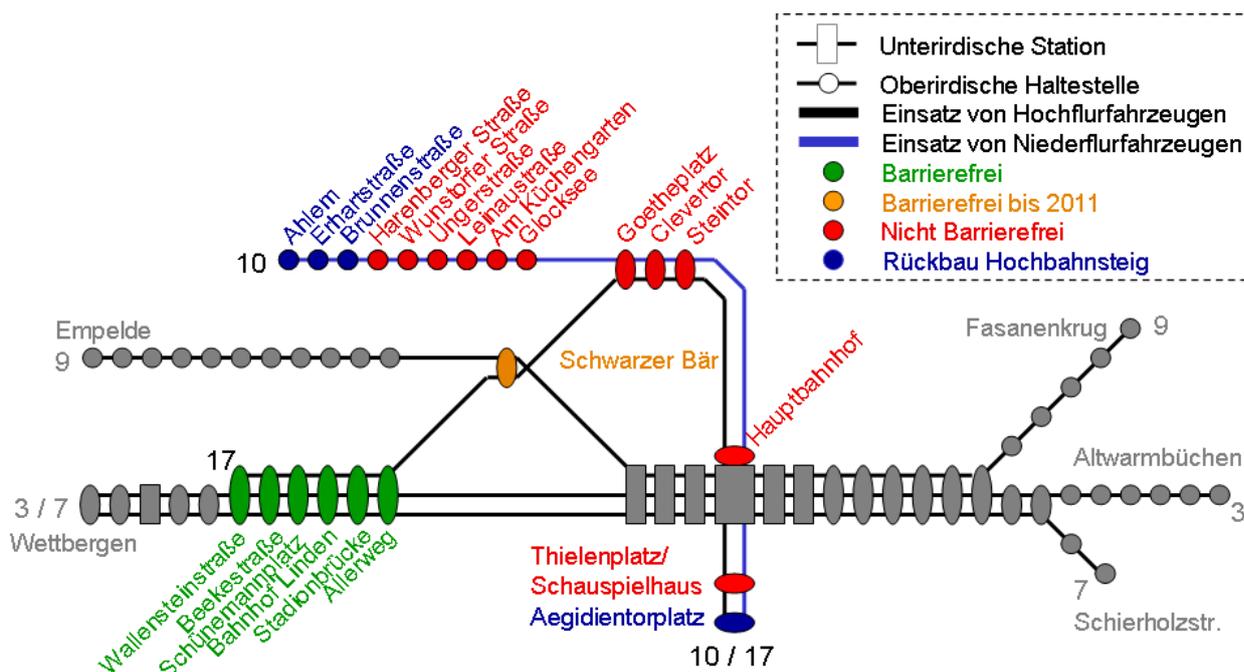


Abbildung 4.9: Linienkonzept Variante 1a

Für die langfristige Herstellung der Barrierefreiheit des Stadtbahnsystems müssen Mischverkehrsstrecken vermieden werden. Eine Möglichkeit wäre es, die Linie 17 zu verkürzen und

sie nur noch zwischen den Haltestellen Wallensteinstraße und Goetheplatz verkehren zu lassen, wie die Abbildung 4.10 zeigt.

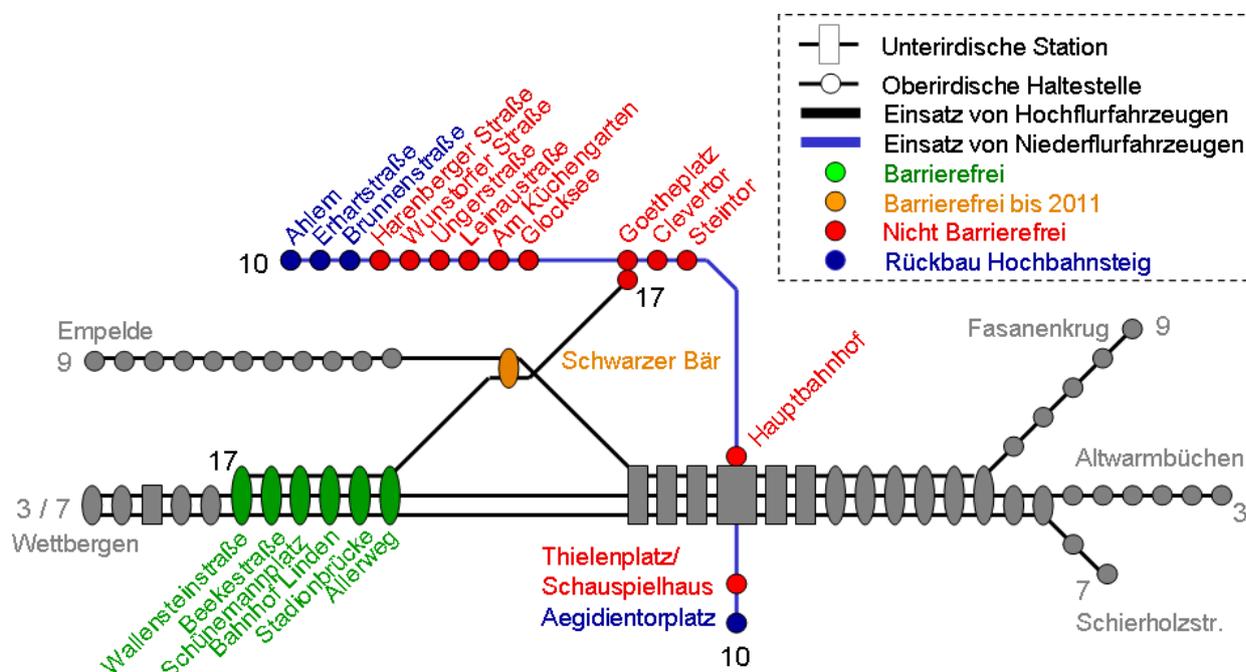


Abbildung 4.10: Linienkonzept Variante 1b

Diese Variante trägt die Bezeichnung 1b. Die Haltestelle Goetheplatz wäre hier die einzige Haltestelle, die von Hochflur- und Niederflurfahrzeugen bedient würde. Hier könnte die bestehende Haltestelle in der Goethestraße für Niederflurfahrzeuge umgebaut werden. Die Hochflurfahrzeuge würden dann hier nicht mehr halten. Für diese Fahrzeuge könnte eine barrierefreie Haltestelle in der Humboldtstraße in der unmittelbaren Nähe zum Goetheplatz neu gebaut werden. Die Fahrgäste könnten so zwar nicht am selben Bahnsteig umsteigen, allerdings wäre durch die unmittelbar benachbarte Lage der beiden Haltestellen ein barrierefreies Umsteigen möglich.

Der Vorteil dieser Variante wäre die Möglichkeit, alle Haltestellen der Linien barrierefrei umbauen zu können. Durch den kürzeren Linienweg würden weniger Fahrzeuge benötigt. Als Nachteil ist die Einstellung der Bedienung der viel genutzten Haltestellen Steintor und Hauptbahnhof durch die Linie 17 zu nennen. In diesem Bereich ist die Nachfrage am größten. Es ist zu vermuten, dass Fahrgäste mit den Zielen Steintor, Hauptbahnhof und Aegidientorplatz die Fahrt mit den Linien 3 und 7 der Fahrt mit der 17 und dem Umsteigen am Goetheplatz vorziehen würden. Außerdem würde die Linie 17 keine Halbmesserlinie mehr darstellen, da das Zentrum von ihr nicht mehr erschlossen würde.

Eine weitere Variante wäre die Variante 1c. Bei dieser Variante wird die Linie 17 in der Innenstadt unterirdisch geführt. Zwischen den Haltestellen Wallensteinstraße und Schwarzer Bär wäre der Linienweg unverändert. Anschließend würde die Linie 17 die Strecke der Linie 9 durch den A-Tunnel bis zur Endhaltestelle Hauptbahnhof befahren (s. Abbildung 4.11).

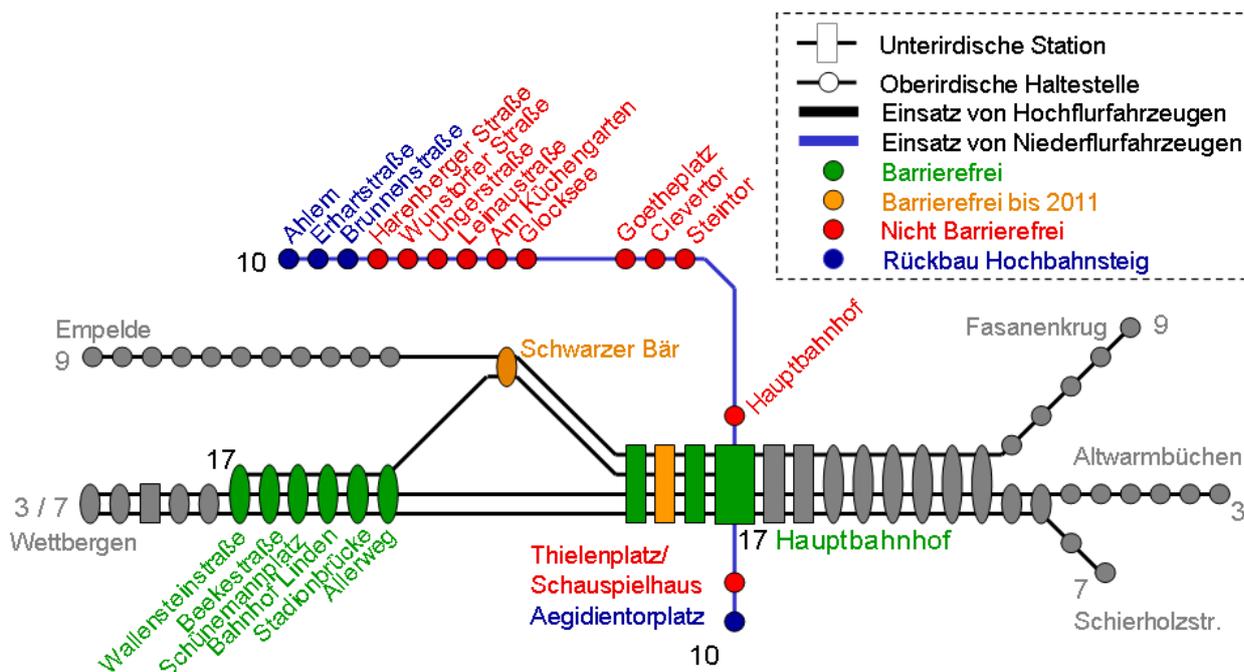


Abbildung 4.11: Linienkonzept Variante 1c

Die Linie 17 wäre bei dieser Variante ab dem Jahr 2011 vollständig mit Hochbahnsteigen ausgestattet. Die Verbindung zwischen Linden-Mitte und Linden-Nord würde entfallen.

Die Stadtbahnlinien fahren mit Ausnahme der Linien 10 und 17 im 10-Minuten-Takt. Bis zum Fahrplanwechsel im Dezember 2009 waren die Taktfolgezeiten der Stadtbahnlinien so aufeinander abgestimmt, dass sich bei Strecken, die von 2 Stadtbahnlinien befahren wurden, ein reiner 5-Minuten-Takt ergab. Für den Streckenabschnitt der C-Strecke zwischen den Haltestellen Braunschweiger Platz und Steintor, der von 4 Linien befahren wird, waren Zugfolgezeiten von 2 und 3 Minuten im Wechsel durch den Fahrplan vorgegeben. Für Streckenabschnitte, die von 3 Linien befahren wurden, betrug der zeitliche Abstand der Zugfahrten 3, 2 und 5 Minuten. Dieses Angebot führte dazu, dass sich die Fahrgäste nicht gleichmäßig auf die Fahrzeuge verteilen werden und somit zu einer ungleichmäßigen Auslastung.

Seit dem Fahrplanwechsel wurden die Fahrzeiten so angepasst, dass sich auf Abschnitten, die von 2 Linien befahren werden, eine Abfolge der zeitlichen Abstände zwischen den Zugfahrten von 6 Minuten und 4 Minuten ergeben. Auf Strecken, die von 3 Linien befahren werden, lautet die Abfolge 3, 3 und 4 Minuten und auf dem einen Streckenabschnitt, der von 4 Linien befahren wird, 3, 3, 2 und 2 Minuten.

Die Linie 17 benötigt für die Fahrt zwischen Allerweg und Waterloo über den Umweg der Haltestelle Schwarzer Bär je nach Fahrtrichtung 2 bis 3 Minuten mehr Fahrzeit als die Fahrt der Linien 3 und 7 auf direktem Weg. Dies würde zu Behinderungen zwischen den Fahrten der Linie 17 und den anderen Linien im Tunnel führen, da die Zugfolgezeiten zu gering wären. Wie bei der Variante 1.b würde auch in diesem Fall die Bedienung des nachfragenstarken Streckenabschnitts Goethestraße bis Aegidientorplatz durch die Linie 17 entfallen.

Als Variante 1d ist die unterirdische Führung der Linie 17 in der Innenstadt auf direktem Weg ohne den Umweg über die Haltestelle Schwarzer Bär möglich.

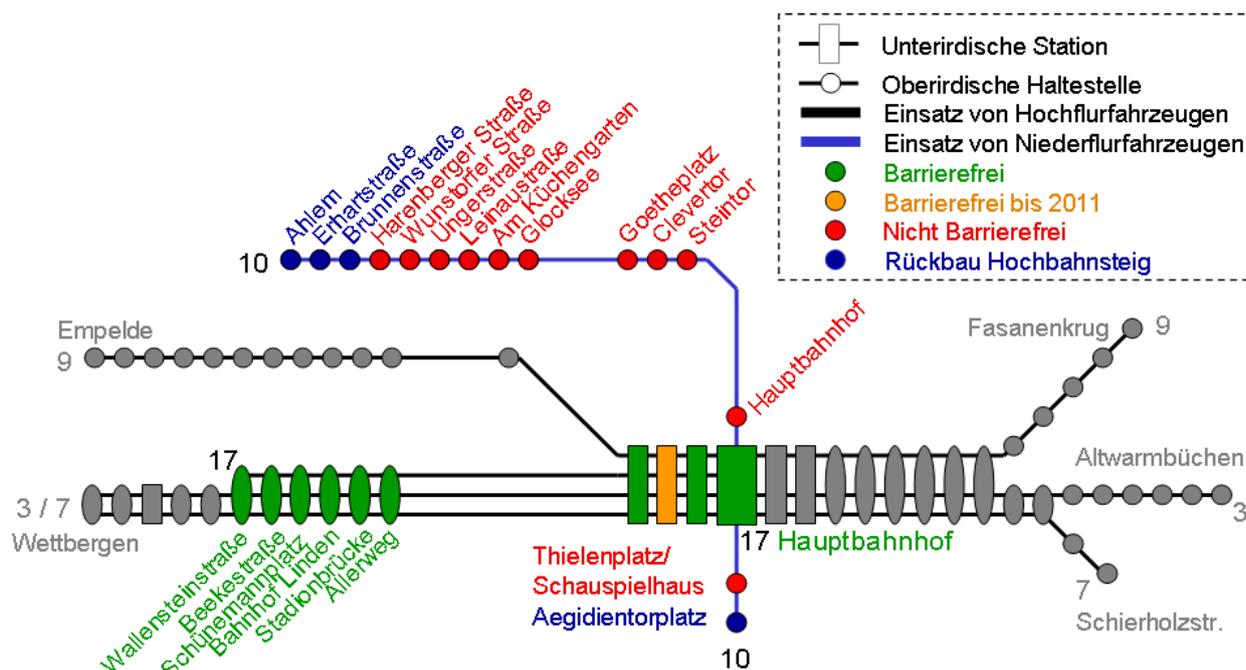


Abbildung 4.12: Linienkonzept Variante 1d

In diesem Fall wären keine Behinderungen im Bereich des Tunnels durch eine verlängerte Fahrzeit der Linie 17 gegenüber den Linie 3 und 7 wie bei der Variante 1c zu erwarten. Allerdings würde die Linie 17 ihre ursprüngliche Verbindungsfunktion komplett verlieren. Sie würde nur zur Verdichtung des Angebots zwischen Ricklingen, Linden-Süd und der Innen-

stadt dienen. Linden-Nord wäre nur noch durch die Linie 10 und Linden-Mitte durch die Linie 9 an das Stadtbahnnetz angebunden. Die Linie 17 könnte nach der Realisierung der Stadtbahnverlängerung von der Haltestelle Wallensteinstraße bis nach Hemmingen diese neue Strecke bedienen. Hierfür kämen aber auch die Linie 3 oder die Linie 7 in Betracht. Für den Abschnitt Goetheplatz bis Aegidientorplatz ergeben sich dieselben Auswirkungen wie bei den Varianten 1b und 1c. Der Takt der Linie 17 mit 15 Minuten unterscheidet sich von den anderen 3 Linien im A-Tunnel, die im 10-Minuten-Takt fahren. Um einen stabilen Betriebsablauf zu gewährleisten, müsste die Linie 17 auch auf den 10-Minuten-Takt umgestellt werden. Dies führt zu einem höheren Fahrzeugbedarf und damit zu höheren Kosten.

Bei der Variante 1e ist die Einstellung der Linie 17 unterstellt. Dies würde die Betriebskosten senken. Allerdings wäre bei dieser Variante die Entlastung der Linien 3 und 7 im Bereich Ricklingen und Linden-Süd nicht gegeben. Außerdem müsste für die Stadtbahnerweiterung nach Hemmingen das Liniennetz umgestellt werden. Ebenso wie bei den Varianten 1b, 1c und 1d wäre die Einstellung der Bedienung des Streckenabschnitts Goetheplatz bis Aegidientorplatz und das reduzierte Angebot der Haltestelle Schwarzer Bär – analog zu Variante 1d – als Nachteile aufzuzählen.

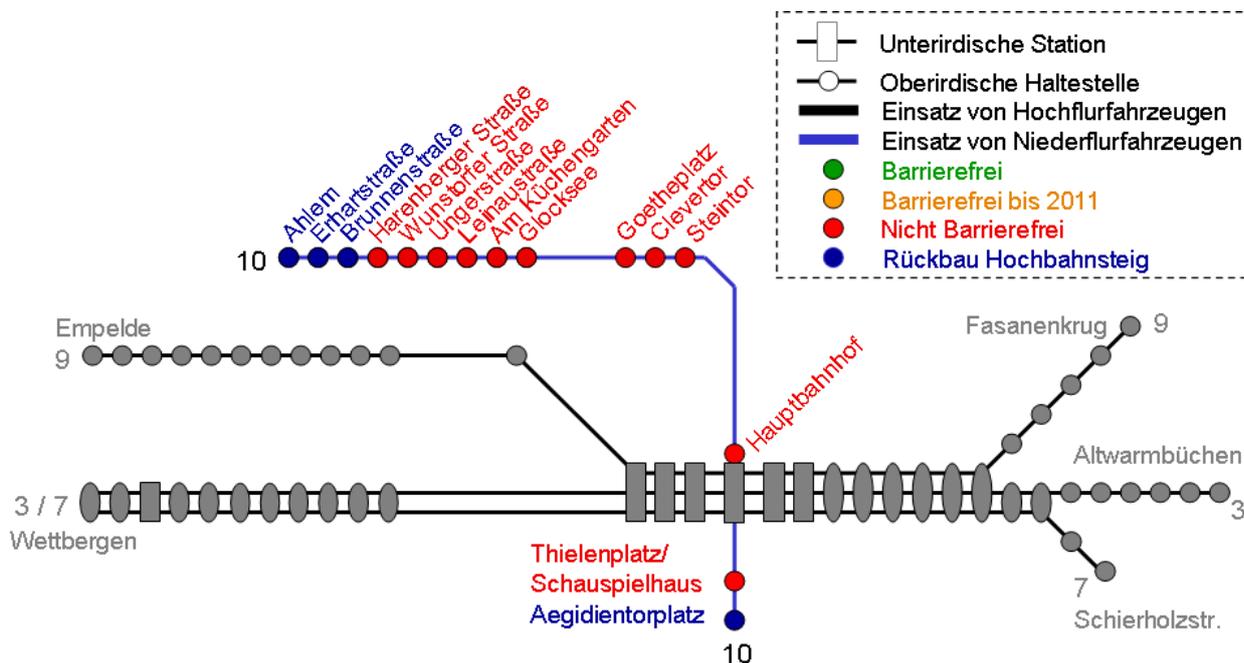


Abbildung 4.13: Linienkonzept Variante 1e

Im Folgenden wird nur die Variante 1a untersucht. Diese Variante gewährleistet durch die identische Linienführung der Linie 17 verglichen mit dem Ist-Zustand die beste Möglichkeit, die Kosten des heutigen Hochflurnetzes und einer Niederflur-Variante gegenüberzustellen und zu bewerten. Die anderen Varianten werden im Rahmen der vorliegenden Studie nicht weiter betrachtet. Die Variante 1.a wird fortan als Variante 1 bezeichnet.

#### 4.4.1.2 Betriebskonzept, Fahrzeugbedarf, Infrastrukturausbau

Für die Umstellung der Linie 10 auf den Einsatz von Niederflurfahrzeugen ist es zwingend erforderlich, die vorhandenen Hochbahnsteige an den Haltestellen Aegidientorplatz, Brunnenstraße, Erhartstraße und Ahlem zurückzubauen und an deren Stelle Bahnsteige mit einer Höhe von 30 cm zu errichten. Außerdem müssen neue Niederflurfahrzeuge beschafft werden.

Die Linie 10 fährt im Ist-Zustand im 7,5-Minuten-Takt. Auch beim Einsatz von Niederflurfahrzeugen wird von einem 7,5-Minuten-Takt ausgegangen, da eine gleiche Kapazität der Niederflurfahrzeuge unterstellt wird. Die Fahrzeit zwischen den beiden Endhaltestellen beträgt 21 Minuten. In der morgendlichen Spitzenstunde werden zusätzlich 3 Verstärkerzüge eingesetzt. Dieses Angebot soll erhalten bleiben. Es sind insgesamt 22 Fahrzeuge für das Betriebsprogramm erforderlich.

Für die Betriebs- und Werkstattreserve sind rechnerisch 3 Fahrzeuge erforderlich. Im Falle einer Störung, wie z. B. einem Unfall mit einem Kraftfahrzeug, kann der Stadtbahnzug nicht anschließend direkt wieder im Regelbetrieb eingesetzt werden. Auch wenn das Aussehen eines Fahrzeuges keine Schäden vermuten lässt, muss das Fahrzeug dennoch überprüft werden. Ist ein Fahrzeug beschädigt, muss es repariert werden und steht während der Dauer der Reparatur nicht für den Betrieb zur Verfügung. In diesem Fall muss eine ausreichend groß dimensionierte Betriebsreserve zur Verfügung stehen.

Die Fahrzeuge müssen regelmäßig gewartet werden. Hauptuntersuchungen müssen ebenfalls durchgeführt werden. Dabei steht das Fahrzeug nicht für den Betrieb zur Verfügung. Bei einer Fahrzeuganzahl von 25 entspricht ein Fahrzeug 4 % der Fahrzeugflotte. Bei einer Anzahl von 290 Fahrzeugen entspricht ein Fahrzeug dagegen nur 0,35 %. Die Auswirkungen auf den Betrieb sind daher bei der sehr viel größeren Flotte von Hochflurfahrzeugen deutlich geringer als bei den Niederflurfahrzeugen. Deshalb wird für die Niederflurfahrzeuge eine Betrieb- und Werkstattreserve von 4 Fahrzeugen berücksichtigt. Bei der Beibehaltung der Hochflurtechnik sind 3 Fahrzeuge ausreichend.

	Ist-Zustand	Variante 1
Fahrzeuge	22	22
Betriebsreserve	3	4
Summe	25	26

Tabelle 4.1: Fahrzeuganzahl Variante 1

Der Einsatz der Niederflurfahrzeuge erfordert auch Umbaumaßnahmen in der Werkstatt. Da der Platz unter dem Fahrzeugfußboden begrenzt ist, müssen einige Komponenten auf dem Dach montiert werden. Zu deren Reparatur und Wartung sind entsprechende Kräne und Dacharbeitsstände erforderlich.

Die BOStrab schreibt maximale Bremsweglängen in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit vor. Die Einhaltung dieser maximalen Bremswege muss regelmäßig überprüft werden. Mit zunehmender Geschwindigkeit steigen der Brems- und der Beschleunigungsweg überproportional an. Messungen der Bremswege bei Geschwindigkeiten über 30 km/h können nicht im Bereich der Betriebshöfe durchgeführt werden. Hierfür muss mindestens ein geeigneter Streckenabschnitt zur Verfügung stehen. Das derzeitige Bremsgleis der üstra in Marienwerder wird für die Niederflurfahrzeuge nicht erreichbar sein, da diese nicht freizügig im Netz eingesetzt werden können. Die durchgängige Fahrzeugbreite von 2,65 m verhindert die Vorbeifahrt an einem Hochbahnsteig sowohl an der Oberfläche als auch im Bereich der unterirdischen Haltestellen. Außerdem ist für die Fahrzeuge keine Ausrüstung mit einem Zugsicherungssystem vorgesehen, da diese nicht im Tunnel eingesetzt werden sollen. Durch den Verzicht auf das Zugsicherungssystem können Fahrzeugkosten eingespart werden. Die Niederflurfahrzeuge könnten nur die Strecke der Linie 10 befahren. Es ist daher ein neues Bremsgleis im Bereich der Linie 10 zu bauen, bzw. ein geeigneter Gleisbereich entsprechen zu ertüchtigen.

#### 4.4.1.3 Kosten

Die Kosten, die bei der Realisierung der Betriebsvarianten entstehen, werden ermittelt und denen des Ist-Zustandes gegenübergestellt. Dabei handelt es sich um eine Kostenschätzung. Eine genaue Bestimmung der Kosten ist im Rahmen dieser Studie nicht möglich. Der exakte Preis für ein Fahrzeug beispielsweise lässt sich erst im Zuge einer Ausschreibung bestimmen. Bei der Kostenschätzung wurde auf die Befragung der Verkehrsunternehmen, die Erfahrungen der üstra, der Infrastrukturgesellschaft Region Hannover und der TransTec Bauplanungs- und Managementgesellschaft Hannover zurückgegriffen. Es

werden stets durchschnittliche Werte angesetzt. Die Möglichkeiten der Förderung durch öffentliche Mittel wurden bereits in Kapitel 4.3.4 diskutiert. Es werden im Folgenden die Gesamtkosten und der Kostenanteil des Aufgabenträgers, der Region Hannover, ausgewiesen. Dabei wird die Förderung bzgl. der Fahrzeugkosten mit 50 % und die Förderung bzgl. der neu zu bauenden Haltestellen mit 66 % angesetzt (s. 4.3.4).

Die Tabelle 4.2 zeigt die Initialkosten zur Realisierung der Variante 1. Die Initialkosten sind die Kosten der wesentlichen Maßnahmen, die zwingend erforderlich sind, um den Betrieb mit Niederflurfahrzeugen aufzunehmen. Es sind hier die Mehrkosten für die Fahrzeugbeschaffung der Niederflurfahrzeuge gegenüber Hochflurfahrzeugen ausgewiesen. Diese setzen sich auf dem Mehrbedarf von einem Fahrzeug sowie Mehrkosten der Niederflurfahrzeuge von 20.000 Euro je Fahrzeug zusammen.

	Initialkosten der Niederflurvariante 1 [Tsd. Euro]	
	Kostenanteil Region Hannover	Gesamtkosten
Mehrkosten Fahrzeuge	1.450	2.900
Umbau Werkstatt	800	800
Umbau der Haltestelle Ahlem	1.750	1.750
Umbau der Haltestellen Erhartstraße, Brunnen- straße und Aegidientorplatz	3.000	3.000
Summe	7.000	8.450

Tabelle 4.2: Initialkosten der Niederflurvariante 1

Die Kosten für den Umbau der Hochbahnsteige zu Niedrigbahnsteigen werden für die Haltestellen Erhartstraße, Brunnenstraße und Aegidientorplatz mit 1 Mio. Euro angesetzt. Die Haltestelle Ahlem verfügt über eine Bus-Umsteigeanlage. Durch die niedrigere Bahnsteighöhe ist auch eine Anpassung der Umsteigeanlage erforderlich. Für den Umbau der Haltestelle Ahlem werden daher 1,75 Mio. Euro angesetzt. Eine Förderung der Umbauten der Haltestellen durch Mittel nach dem Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz muss als unwahrscheinlich angesehen werden, da die bestehenden Hochbahnsteige bereits gefördert wurden und der Umbau nicht zu einer signifikanten Verbesserung der Situation führt, sondern die Zugangssituation zu den Fahrzeugen vor und nach dem Umbau sehr ähnlich ist.

Die Initialkosten der Variante 1 betragen 8,45 Mio. Euro. Unter Beachtung der Förderung der Fahrzeuge liegt der Kostenanteil der Region bei 7,00 Mio. Euro. Diese Kosten sind ausschließlich für die Einführung der Niederflurtechnik erforderlich. Sie führen nicht zu einer Verbesserung des Status quo. Weiterhin wären nur 4 Haltestellen barrierefrei.

Langfristig müssen auch die 11 verbleibenden Haltestellen umgebaut werden, die über keinen Bahnsteig oder einen Niedrigbahnsteig von 12 cm Höhe verfügen. Die Kosten für den Umbau der Bahnsteige wurden für jeweils einen Mittelbahnsteig oder 2 Seitenbahnsteige ermittelt.

Auf der Basis der Kosten, die bei der Errichtung der in den letzten Jahren gebauten Hochbahnsteige anfielen, wurden durchschnittliche Kosten für einen Hochbahnsteig in Mittellage von 2,57 Mio. Euro und für zwei Seiten-Hochbahnsteige von 2,60 Mio. Euro ermittelt.

Für den Einsatz von Niederflurfahrzeugen müssen die Haltestellen mit Niedrigbahnsteigen ausgerüstet werden, die bei einer Einstiegshöhe der Fahrzeuge von 35 cm über eine Höhe von 30 cm verfügen müssen, um einen barrierefreien Einstieg zu gewährleisten. Damit ist sichergestellt, dass unabhängig von der Besetzung des Fahrzeugs und des Verschleißes der Radreifen eine Stufenhöhe zwischen Bahnsteig und Fahrzeug von 0 bis maximal 5 cm beim Einstieg in das Fahrzeug zu überwinden ist. Auch bei den Hochflurfahrzeugen vom Typ TW 2000 beträgt die maximale Stufenhöhe 5 cm. Die Bahnsteiglänge wird auch bei den Niederflurbahnsteigen auf die Fahrzeuglänge abgestimmt, um eine 100-prozentige Barrierefreiheit wie beim Hochflursystem zu gewährleisten. Die Bahnsteiglänge beträgt für Hoch- und für Niedrigbahnsteige 70 m. Die Breite liegt bei einem Seitenbahnsteig bei 2,50 m und bei einem Mittelbahnsteig bei 4,0 m. Die Breiten sind unabhängig von der Höhe des Bahnsteigs. Sowohl der Seitenbahnsteig als auch der Mittelbahnsteig muss Fahrgästen im Rollstuhl ausreichend Bewegungsfreiheit bieten um barrierefrei zu sein. Eine Realisierung von nicht barrierefreien Bahnsteigen würde eine öffentliche Förderung verhindern. Die Region Hannover müsste die gesamten Kosten übernehmen, was einer Steigerung der Kosten für die Region um +200 % entspräche.

Beim Bau eines Bahnsteigs lassen sich die entstehenden Kosten in 10 Gruppen einteilen. Es sind Grunderwerb, allgemeine Baukosten, Leitungsbau, Straßenbau, Gleisbau, Haltestellengebäude (Bahnsteig), bahn- und betriebstechnische Ausstattung und Grünanlagen. Neben den Baukosten gibt es noch Planungskosten und die Position „Unvorhergesehenes“.

Bei den Kosten für die bahn- und betriebstechnische Ausstattung sind keine Unterschiede zwischen Niedrig- und Hochbahnsteig zu erwarten. Es sind in beiden Fällen dynamische Fahrgastinformationssysteme, Kommunikationseinrichtungen (Informationsmöglichkeit der Fahrgäste, Notruf) etc. vorzusehen. Auch die Kosten für Grunderwerb, allgemeine Baukosten und Grünanlagen sind unabhängig von der Bahnsteighöhe.

Es muss beim Leitungsbau, Straßenbau, Gleisbau und dem Bau der Bahnsteige und deren Zuwegung zum Bahnsteig in Form von Rampen und Treppen von Differenzen bei den Kosten ausgegangen werden. Durch die begrenzte Längsneigung der Rampen und die Anordnung von nicht geneigten Zwischenpodesten verfügt die Rampe bei einem Hochbahnsteig über eine größere Länge als bei einem Niedrigbahnsteig.

Die 11 Haltestellen der Linie 10, die zurzeit nicht mit Hochbahnsteigen ausgestattet sind, verfügen entweder über Seitenbahnsteige mit einer Höhe von 12 cm oder es sind keine Bahnsteige vorhanden. Der Gleismittenabstand der beiden Streckengleise beträgt in der Geraden maximal 3,15 m in den Abschnitten, die bereits für den Einsatz der Fahrzeuge vom Typ TW 2000 umgebaut wurden. Bei einer Fahrzeugbreite von 2,65 m und einem Spalt zwischen Fahrzeug und Bahnsteig von 0,05 m ergibt sich ein Abstand zwischen zwei Seitenbahnsteigen von 5,90 m ( $3,15 \text{ m} + 2,65 \text{ m} + 0,05 \text{ m} \cdot 2$ ). Diese Breite kann maximal den Verkehrsteilnehmern als Fahrbahnbreite zur Verfügung gestellt werden. Eine Fahrbahnbreite von 5,90 m ist nicht ausreichend für den Begegnungsfall einer Stadtbahn mit einem Bus oder einem Lkw. Hier sieht das Regelwerk, die Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen (RASt 06), eine Breite von 6,55 m bei normalen Platzverhältnissen und 6,45 m bei beengten Verhältnissen vor. Eine Aufweitung der Gleise ist daher zwingend erforderlich. Für die Bereiche, in denen der Gleisabstand geringer ist, muss die Aufweitung entsprechend größer ausfallen. Je größer die Gleisaufweitung ausfallen muss, um so größer ist das Risiko, dass die Kosten für den Leitungsbau überproportional stark ansteigen.

Für den Umbau einer Haltestelle mit zwei Seitenbahnsteigen wird für Niedrigbahnsteige gegenüber Hochbahnsteigen eine Kostenersparnis von 160.000 Euro für den Leitungsbau angesetzt. Es wird davon ausgegangen, dass bei einem Niedrigbahnsteig die Leitungen, die sich unter der Bahnsteigfläche befinden, nicht verlegt werden müssen. Die Kosten für den Leitungsbau, der durch die Gleisaufweitung erforderlich wird, müssen in beiden Fällen berücksichtigt werden.

Für den Straßenbau liegt die Einsparung bei 30.000 Euro, für den Gleisbau bei 60.000 Euro und für die beiden Bahnsteige inkl. der Bahnsteigeinrichtung und der Zuwegung bei 105.000 Euro. Die Summe der einzusparenden Baukosten liegt bei 355.000 Euro. Für die Planungskosten werden 20 % und für Unvorhergesehenes 5 % der Baukosten angesetzt. Es ergibt sich eine Kostendifferenz zwischen Hochbahnsteig und Niedrigbahnsteig von 444.000 Euro zugunsten des Niedrigbahnsteiges bei der Anlage von Seitenbahnsteigen. Unter Beachtung dieses Ansatzes werden die durchschnittlichen Kosten für einen Niedrigbahnsteig mit einer Höhe von 30 cm mit 2,13 Mio. Euro kalkuliert.

Beim Bau von Mittelbahnsteigen ist ebenfalls eine Gleisaufweitung erforderlich. Dies gilt sowohl für Niedrig- als auch für Hochbahnsteige. In beiden Fällen muss die Bahnsteigfläche von 70 m x 4,0 m zwischen den Gleisen zur Verfügung stehen. Dazu kommen noch die

Zuwegungen zum Bahnsteig. Die Breite der Gleisauflagerung muss daher deutlich größer ausfallen als bei Seitenbahnsteigen. Für das Niederflurfahrzeug ergibt sich bei einer Fahrzeugbreite von 2,65 m, einer Bahnsteigbreite von 4,00 m und einer Spaltbreite zwischen Fahrzeug und Bahnsteig von 0,05 m ein erforderlicher Gleismittenabstand von 6,75 m ( $2,65 \text{ m} + 2 \cdot 0,05 \text{ m} + 4,00 \text{ m}$ ). Für das Hochflurfahrzeug ergibt sich ein Gleismittenabstand von 6,60 m bei einer Fahrzeugbreite im Bereich des Hochbahnsteigs von 2,45 m und einer Spaltbreite von 0,075 m (TW 2000, heutiger Zustand).

Die Minderkosten des Niedrigbahnsteigs gegenüber dem Hochbahnsteig betragen für den Leitungsbau 30.000 Euro, für den Straßenbau 35.000 Euro, für den Gleisbau 60.000 Euro und für den eigentlichen Mittelbahnsteig inkl. Ausstattung und Zuwegung 75.000 Euro. Die Summe der einzusparenden Baukosten liegt bei 200.000 Euro. Mit den Planungskosten und den Kosten für Unvorhergesehenes ergeben sich 250.000 Euro Minderkosten für einen Niedrigbahnsteig in Mittellage gegenüber einem Hochbahnsteig. Unter Beachtung dieses Ansatzes werden die durchschnittlichen Kosten für einen Niedrigbahnsteig in Mittellage mit einer Höhe von 30 cm mit 2,35 Mio. Euro kalkuliert.

Die Kosten sind in der Tabelle 4.3 zusammengestellt.

	Kosten Haltestellenumbau [Tsd. Euro]		
	Hochbahnsteig (82 cm Höhe)	Niedrigbahnsteig (30 cm Höhe)	Differenz
2 Seitenbahnsteige	2.570	2.130	440
1 Mittelbahnsteig	2.600	2.350	250
Durchschnitt	2.585	2.240	345

Tabelle 4.3: Kosten für den barrierefreien Ausbau der Haltestellen

Die maximale Kostenersparnis beim Umbau der 11 Haltestellen mit Seitenbahnsteigen würde 4,84 Mio. Euro betragen. Die minimale Kostenersparnis beim Umbau der 11 Haltestellen mit Mittelbahnsteigen 2,75 Mio. Euro. Es muss allerdings davon ausgegangen werden, dass nicht nur Seitenbahnsteige realisiert werden, sondern dass auch Mittelbahnsteige gebaut werden. Es wird daher die durchschnittliche Kostenersparnis von Seiten- und Mittelbahnsteig von 0,345 Mio. Euro je Haltestelle angesetzt, in Summe 3,795 Mio. Euro.

Durch die Aufgabe von Haltestellen würde sich die Zahl der umzubauenden Haltestellen reduzieren. Dies würde auch die Kosten verändern. Im Rahmen dieser Studie wird keine Veränderung am Haltestellen-Konzept unterstellt. Auf Grundlage der ermittelten Daten kann

die Kostenschätzung aber leicht an eine geänderte Anzahl von Haltestellen angepasst werden. Ebenso ist eine Anpassung hinsichtlich der Zahl der mit Seiten- und Mittelbahnsteigen auszustattenden Haltestellen möglich.

Die Gesamtkosten zur Realisierung eines Niederflursystems werden den Kosten des barrierefreien Umbaus des bestehenden Hochflursystems gegenübergestellt. Für die Kosten der Ausstattung der 11 nicht barrierefreien Haltestellen mit Hochbahnsteigen werden die durchschnittlichen Kosten von 2,585 Mio. Euro je Haltestelle angesetzt. Es ergeben sich Kosten in Höhe von 28,435 Mio. Euro.

Um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wird auch bei der Hochflur-Lösung die Anschaffung neuer Fahrzeuge berücksichtigt. Die Kosten für ein Hochflurfahrzeug werden mit 2,38 Mio. Euro angenommen. Es müssen 25 Fahrzeuge angeschafft werden, die in Summe 59,5 Mio. Euro kosten. Außerdem werden die Kosten für die Verlängerung der bestehenden Hochbahnsteige auf eine Bahnsteiglänge von 70 m berücksichtigt. Diese werden mit 0,2 Mio. Euro je Haltestelle angesetzt. Diese Annahme beruht auf den Kosten der bereits verlängerten Bahnsteige und entspricht deren Mittelwert.

	Gesamtkosten	
	Niederflurvariante 1	Ist-Zustand, Hochflur
Fahrzeugkosten	62.400 (26 Fahrzeuge)	59.500 (25 Fahrzeuge)
Umbau Werkstatt	800	0
Umbau der Haltestelle Ahlem	1.750	200
Umbau der Haltestellen Erhartstraße, Brunnenstraße und Aegidientorplatz	3.000	600
Umbau der 11 verbleibenden Haltestellen	24.640	28.435
Summe	92.590	88.735

Tabelle 4.4: Gesamtkosten der Niederflurvariante 1 und des Ist-Zustandes

Unter Ansatz der Fördermöglichkeiten beträgt der Anteil der Region Hannover 50 % der Fahrzeugkosten. Für die Niederflurvariante ergibt sich ein Kostenanteil an den Fahrzeugkosten von 31,20 Mio. Euro und für den Ist-Zustand ein Kostenanteil von 29,75 Mio. Euro.

Für den Haltestellenumbau der verbleibenden 11 Haltestellen wird eine Förderung in Höhe von 66 % der Gesamtkosten berücksichtigt. Der Kostenanteil der Region liegt für die Niederflurvariante bei 8,38 Mio. Euro und bei dem Bau von Hochbahnsteigen bei 9,67 Mio. Euro.

	Kostenanteil der Region Hannover	
	Niederflurvariante 1	Ist-Zustand, Hochflur
Fahrzeugkosten	31.200 (26 Fahrzeuge)	29.750 (25 Fahrzeuge)
Umbau Werkstatt	800	0
Umbau der Haltestelle Ahlem	1.750	200
Umbau der Haltestellen Erhartstraße, Brunnenstraße und Aegidientorplatz	3.000	600
Umbau der 11 verbleibenden Haltestellen	8.380	9.670
Summe	45.130	40.220

Tabelle 4.5: Kostenanteil der Region Hannover: Niederflurvariante 1 und Ist-Zustand

Die Gesamtkosten der Hochflurvariante des Ist-Zustandes unter der Berücksichtigung der Fahrzeugkosten liegen bei 88,735 Mio. Euro. Für die Niederflurvariante ergeben sich Gesamtkosten von 92,590 Mio., was Mehrkosten in Höhe von 3,855 Mio. Euro entspricht.

Der Kostenanteil der Region Hannover beträgt, unter der Randbedingung, dass die Fahrzeuge zu 50 % und die Bahnsteige zu 66 % gefördert werden, 45,13 Mio. Euro für Realisierung der Niederflurvariante gegenüber 40,22 Mio. Euro für das Hochflur-System. Für die Region Hannover führt die Realisierung der Niederflurvariante 1 zu einer Mehrbelastung von 4,91 Mio. Euro.

	Gesamtkosten [Tsd. Euro]	
	Kostenanteil Region Hannover	Gesamtkosten
Niederflur	45.130	92.590
Hochflur	40.220	88.735
Differenz	4.910	3.855

Tabelle 4.6: Gegenüberstellung der Gesamtkosten

Neben den einmaligen Kosten müssen auch die jährlichen Kosten berücksichtigt werden. Die Erfahrungen von Verkehrsbetrieben anderer Städte, die Niederflurfahrzeuge einsetzen, zeigen, dass die Instandhaltungskosten der Strecken beim Einsatz von Niederflurfahrzeugen höher sind. Ebenso verhält es sich mit den Kosten für die Wartung und Instandhaltung der Fahrzeuge (siehe Kapitel 3.8).

Auf der Grundlage der Befragungsergebnisse werden die Instandhaltungsmehrkosten seitens der Infrastruktur mit 15 % und für die Fahrzeuge mit 20 % angesetzt. Für die Infrastruktur werden die jährlichen anteiligen Kosten für die Grunderneuerung der Strecke berücksichtigt. Diese liegen bei 50 Euro je Streckenkilometer und die Streckenlänge der Linie 10 beträgt 13,6 km. Für die Fahrzeugkosten werden die durchschnittlichen Kosten der eingesetzten Fahrzeuge in Höhe von 59.520 Euro je Fahrzeug und Jahr angesetzt.

	Wartungs- und Instandhaltungskosten [Tsd. Euro / Jahr]	
	Hochflur	Niederflur
Instandhaltung Strecke	680	782
Betriebskosten Fahrzeuge	1.488 (25 Fahrzeuge)	1.857 (26 Fahrzeuge)
Summe	2.168	2.639

Tabelle 4.7: Gegenüberstellung der Wartungs- und Instandhaltungskosten

Neben dem zusätzlichen Aufwand für Wartung und Instandhaltung des Fahrwegs und der Fahrzeuge in Höhe von 471.000 Euro pro Jahr müssen auch die Kapitalkosten berücksichtigt werden. Es wird für die Fahrzeuge ein Abschreibungszeitraum von 25 Jahren und für die Haltestellen ein Zeitraum von 35 Jahren berücksichtigt. Bei einem Zinssatz von 6 % ergeben sich Kapitalkosten in Höhe von ca. 400.000 Euro pro Jahr.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass durch die Einführung eines Niederflur-Stadtbahnsystems Initialkosten von rund 68,0 Mio. Euro entstehen. Der Kostenanteil der Region Hannover würde bei 36,8 Mio. Euro liegen. Nach der Umsetzung der Initial-Maßnahmen entspricht der Grad der Barrierefreiheit des Niederflursystems dem des Hochflursystems vor dem Umbau. Nur 4 Haltestellen würden einem Fahrgast, der auf den Rollstuhl angewiesen ist, einen Zugang zum System Stadtbahn gewähren.

Für einen Vergleich von Hochflur- und Niederflurtechnik können entsprechende Kosten auch für eine Hochflurtechnik ermittelt werden. Hierbei zeigt sich, dass durch die Synergieeffekte mit dem übrigen Netz ein Fahrzeug weniger beschafft werden muss. Der Vergleich der Gesamtkosten des Niederflursystems mit den Gesamtkosten des Hochflursystems fällt zugunsten der Hochflurtechnik aus. Die Differenz der Gesamtkosten beträgt 3,9 Mio. Euro.

Der Kostenanteil der Region Hannover an den Gesamtkosten liegt bei der Niederflur-Variante bei 45,1 Mio. Euro und bei der Hochflurvariante bei 40,2 Mio. Euro. Die Differenz ergibt sich zu 4,9 Mio. Euro.

Auch die jährlichen Kosten für Wartung und Instandhaltung sowie die Kapitalkosten der Niederflur-Variante sind höher als die für die Hochflur-Variante. Es müssen jährlich rund 870.000 Euro mehr aufgewendet werden.

#### 4.4.2 Variante 2: Umstellung der Linien 9 und 10 auf Niederflurtechnik

##### 4.4.2.1 Auswirkungen auf andere Linien

Die Umstellung der Linien 9 und 10 auf Niederflurtechnik würde für die Linie 9 eine Änderung ihres Linienwegs bedeuten. Diese würde Empelde mit der Innenstadt verbinden, allerdings auf einem geänderten Linienweg. Der Linienweg würde komplett oberirdisch verlaufen und die Bedienung der Strecke bis zur Haltestelle Fasanenkrug im nordöstlichen Stadtgebiet würde entfallen. Die Bedienung der Strecke bis zum Fasanenkrug würde von der Linie 17 geleistet werden. Die Abbildung 4.14 zeigt das Linienkonzept, welches der Variante 2 zugrunde liegt.

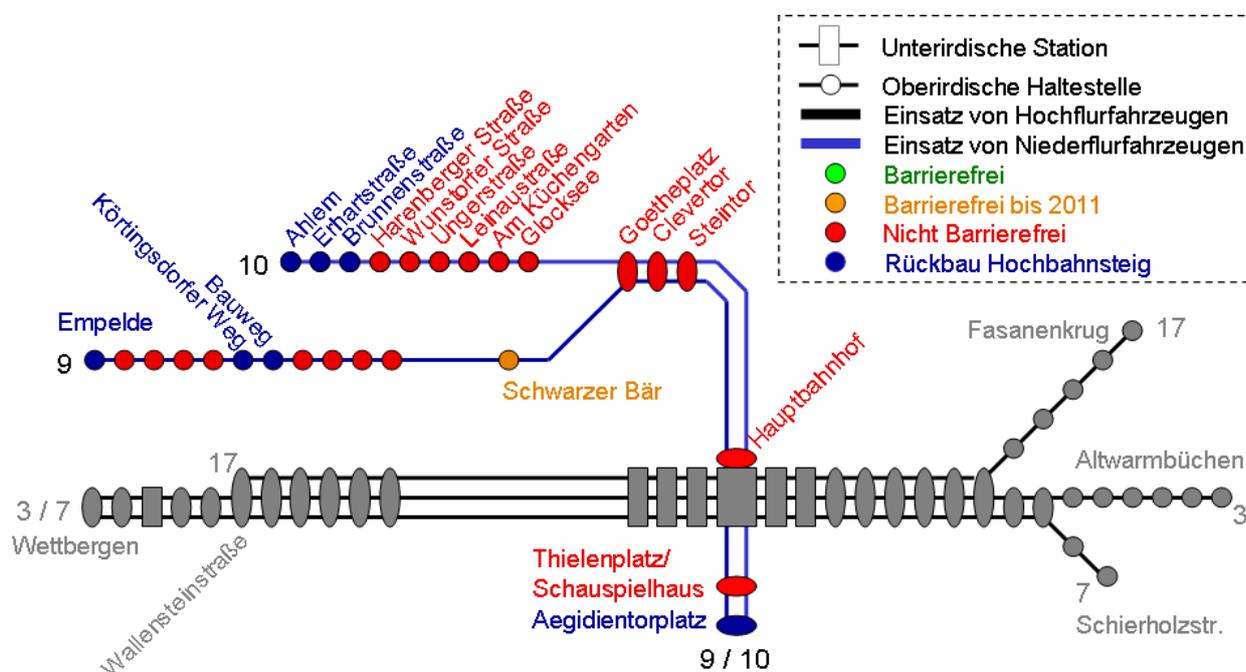


Abbildung 4.14: Linienkonzept Variante 2

Die Linie 9 würde von einer Durchmesser- zu einer Halbmesserlinie werden und die Umsteigemöglichkeiten zu den anderen Stadtbahnlinien würden sich ebenso deutlich verschlechtern. Durch die Änderung des Linienverlaufs der Linie 17 reicht der Einsatz von 1-Wagen-Zügen im 15-Minuten-Takt des Ist-Zustandes nicht mehr aus. Die Nachfrage der Fahrgäste im Bereich des Linienastes zur Haltestelle Fasanenkrug erfordert den Einsatz von Zwei-Wagen-Zügen im 10-Minuten-Takt.

#### 4.4.2.2 Betriebskonzept, Fahrzeugbedarf, Infrastrukturausbau

Die Fahrzeit der Linie 9 im Ist-Zustand von der Haltestelle Fasanenkrug zur Haltestelle Empelde beträgt 42 Minuten. Für die Fahrt in der Gegenrichtung werden 40 Minuten benötigt. Die Linie 9 fährt im 10-Minuten-Takt und es werden Zwei-Wagen-Züge eingesetzt. Damit ergibt sich für den Ist-Zustand ein Bedarf von 10 Zwei-Wagen-Zügen. Zusätzlich werden in der morgendlichen Spitzenstunde zwei Verstärker-Züge eingesetzt. Auch hierbei handelt es sich um Zwei-Wagen-Züge. Zur Abwicklung des Betriebsprogramms der Linie 9 des Ist-Zustandes sind insgesamt 24 Fahrzeuge erforderlich.

Die Linie 17 fährt im Ist-Zustand im 15-Minuten-Takt. Die Fahrzeit zwischen den Haltestellen Aegidientorplatz und Wallensteinstraße beträgt in beiden Richtungen jeweils 19 Minuten. Es ergibt sich ein Fahrzeugbedarf von vier Zügen. Die Linie 17 fährt als 1-Wagen-Zug, daher sind vier Fahrzeuge erforderlich. Für die Linien 9 und 17 des Ist-Zustandes werden 28 Fahrzeuge benötigt. Die Anzahl der Fahrzeuge der Linie 10 wurde bereits bei der Untersuchung der Variante 1 mit 22 bestimmt. Zu den insgesamt 50 Fahrzeugen, die für die Linien 9, 10 und 17 eingesetzt werden müssen, ist außerdem eine Betriebsreserve von 8 Fahrzeugen vorzuhalten.

Die Variante 2 setzt die Umstellung der Linie 17 auf Zwei-Wagen-Züge und einen 10-Minuten-Takt voraus. Die Linie 17 würde denselben Linienweg wie die Linien 3 und 7 auf dem Abschnitt Wallensteinstraße bis Noltemeyerbrücke zurücklegen und daher auch dieselbe Fahrzeit benötigen, zusätzlich ist noch die Fahrzeit von der Haltestelle Noltemeyerbrücke bis zum Fasanenkrug zu berücksichtigen. Es ergibt sich eine Gesamtfahrzeit für beide Richtungen von 31 Minuten und ein Bedarf an 8 Zwei-Wagen-Zügen bzw. 16 Fahrzeugen.

Die Linie 9 würde bei Realisierung der Variante 2 von der Haltestelle Empelde bis zur Haltestelle Schwarzer Bär die Strecke des Ist-Zustandes nutzen. Ab der Haltestelle Schwarzer Bär würde sie dem Linienweg der Linie 17 bis zur Haltestelle Aegidientorplatz folgen. Die Fahrzeit beträgt für die Hinrichtung 26 und für die Rückrichtung 28 Minuten. Es ergibt sich ein Fahrzeugbedarf von 7 Zügen bzw. 14 Fahrzeugen. Die 2 Verstärker-Züge des Ist-Zustandes sollen auch bei der Realisierung der Variante 2 erhalten bleiben. Der Fahrzeugbedarf bleibt mit 4 Fahrzeugen bei der Variante 2 gegenüber dem Ist-Zustand unverändert.

Für den Betrieb der Linie 10 wurde bei der Untersuchung der Variante 1 ein Fahrzeugbedarf von 16 Fahrzeugen ermittelt. Zusätzlich sind für die 3 Verstärker-Züge 6 weitere Fahrzeuge erforderlich. Das Betriebsprogramm der Linie 10 der Varianten 1 und 2 unterscheiden sich nicht. Der Fahrzeugbedarf ist derselbe.

Die Anzahl der Fahrzeuge des Ist-Zustandes und der Variante 2 sind in der unten stehenden Tabelle 4.8 gegenübergestellt.

	Anzahl der Fahrzeuge			
	Ist-Zustand		Niederflurvariante 2	
	Hochflurfahr- zeuge	Niederflurfahr- zeuge	Hochflurfahr- zeuge	Niederflurfahr- zeuge
Linie 9	20	0	0	14
Linie 9 - Verstärker	4	0	0	4
Linie 10	16	0	0	16
Linie 10 - Verstärker	6	0	0	6
Linie 17	4	0	16	0
Summe	50	0	16	40
Summe inkl. Betriebsreserve	58	0	18	46

Tabelle 4.8: Gegenüberstellung Fahrzeugbedarf Ist-Zustand und Variante 2

Der Bedarf an Hochflurfahrzeugen sinkt bei der Realisierung der Variante 2 um 40 Fahrzeuge. Allerdings müssten im Gegenzug 46 neue Niederflurfahrzeuge beschafft werden. Der Mehrbedarf liegt bei 6 Fahrzeugen. Neben den Anschaffungskosten sind zusätzlich die laufenden Kosten zu berücksichtigen.

Die Überlagerung des 7,5-Minuten-Taktes der Linie 10 und des 10-Minuten-Taktes der Linie 9 auf dem Abschnitt zwischen den Haltestellen Goetheplatz und Aegidientorplatz ist ungünstig. Die Zugfolgezeiten – betrachtet über den Zeitraum von einer Stunde – betragen in 4 von 14 Fällen nur eine Minute. Eine derart kurze Zugfolgezeit lässt es nicht zu, ausreichende Pufferzeiten bei der Fahrplankonstruktion zu berücksichtigen. Ein solcher Fahrplan wäre sehr instabil, da sich sehr leicht Verspätungen zwischen den Zugfahrten übertragen würden. Es ist daher anzustreben, die Linie 9 ebenfalls auf einen 7,5-Minuten-Takt umzustellen. Dafür wären 3 weitere Zwei-Wagen-Züge bzw. 6 Fahrzeuge erforderlich. Alternativ kann auf die zwei Verstärker-Züge der Linie 9 in der morgendlichen Spitzenstunde verzichtet werden. Auch in diesem Fall steigt aber die Anzahl der benötigten Fahrzeuge an. Es wären in diesem Fall 2 zusätzliche Fahrzeuge bzw. 1 zusätzlicher Zwei-Wagen-Zug erforderlich.

#### 4.4.2.3 Kosten

	Initialkosten der Niederflurvariante 2 [Tsd. Euro]	
	Kostenanteil Region Hannover	Gesamtkosten
Mehrkosten Fahrzeuge	4.150	8.300
Umbau Werkstatt	1.600	1.600
Umbau der Haltestellen Ahlem und Empelde	3.750	3.750
Umbau der Haltestellen Erhartstraße, Brunnen- straße und Aegidientorplatz, Körtingsdorfer Weg und Bauweg	5.000	5.000
Summe	14.500	18.650

Tabelle 4.9: Initialkosten der Variante 2

Die Initialkosten sind in der oben stehenden Tabelle 4.9 zusammengefasst. Hierbei handelt es sich um eine pauschale Abschätzung der Kosten, die auf den Kostenannahmen der Variante 1 beruht. Für den Kaufpreis der Niederflurfahrzeuge wird aufgrund der höheren Anzahl der Fahrzeuge ein Rabatt von rund 6 % angesetzt. Die Kosten je Fahrzeug liegen bei 2,25 Mio. Euro. Für den Umbau der Werkstatt wird von acht anstelle von vier Gleisen ausgegangen, die angepasst werden müssen. Damit werden gegenüber der Variante 1 die doppelten Kosten angesetzt.

Der Aufwand für den Umbau der Bahnsteige der Haltestellen Körtingsdorfer Weg und Bauweg ist vergleichbar mit dem der Haltestellen Erhartstraße, Brunnenstraße und Aegidientorplatz und wird daher mit 1 Mio. Euro angesetzt. Für den Umbau der Haltestelle Empelde sind 2 Mio. Euro vorgesehen, da es sich hier um eine Umsteigeanlage zwischen der Stadtbahn und den Buslinien handelt. Die Initialkosten der Variante 2 betragen 113,9 Mio. Euro. Der Kostenanteil der Region liegt bei 62,1 Mio. Euro unter der Berücksichtigung der Ansätze der Studie.

Zur Herstellung der Barrierefreiheit des gesamten Systems müssen 18 Haltestellen mit einem Niedrigbahnsteig mit einer Höhe von 30 cm ausgestattet werden. Die Haltestelle Schwarzer Bär wird nicht berücksichtigt. Es ist davon ausgegangen, dass die Entscheidung

für oder gegen die Niederflurtechnik rechtzeitig gefällt wird, sodass beim Umbau der Haltestelle die entsprechende Bahnsteighöhe berücksichtigt werden kann. Es werden die Kosten der Variante 1 für den Umbau der Haltestellen angesetzt.

Die Gesamtkosten zur Realisierung eines Niederflursystems müssen den Kosten des barrierefreien Umbaus des bestehenden Hochflursystems gegenübergestellt werden. Für die Kosten der Ausstattung der 18 nicht barrierefreien Haltestellen mit Hochbahnsteigen werden die durchschnittlichen Kosten von 2,585 Mio. Euro je Haltestelle angesetzt. Es ergeben sich Kosten in Höhe von 46.530 Mio. Euro.

Um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wird auch bei der Hochflur-Lösung die Anschaffung neuer Fahrzeuge berücksichtigt. Die Kosten für ein Hochflurfahrzeug werden mit 2,38 Mio. Euro angenommen. Es müssen 58 Fahrzeuge angeschafft werden, die in Summe 138,04 Mio. Euro kosten. Außerdem werden die Kosten für die Verlängerung der bestehenden Hochbahnsteige auf eine Bahnsteiglänge von 70 m berücksichtigt. Diese werden wie bei Variante 1 mit 0,2 Mio. Euro je Haltestelle angesetzt.

	Gesamtkosten	
	Niederflurvariante 2	Ist-Zustand, Hochflur
Kauf von Niederflurfahrzeugen	103.500 (46 Fahrzeuge)	0
Kauf von Hochflurfahrzeugen	42,840 (18 Fahrzeuge)	138.040 (58 Fahrzeuge)
Umbau Werkstatt	1.600	0
Umbau von 7 Haltestellen (Hochbahnsteig zu Niedrigbahnsteig)	8.750	1.400
Umbau der 18 verbleibenden Haltestellen	40.320	46.530
Summe	197.010	185.970

Tabelle 4.10: Gesamtkosten, Niederflurvariante 2 und Ist-Zustand

	Kostenanteil der Region Hannover	
	Niederflurvariante 2	Ist-Zustand, Hochflur
Kauf von Niederflurfahr- zeugen	51.750 (46 Fahrzeuge)	0
Kauf von Hochflurfahr- zeugen	21.420 (18 Fahrzeuge)	69.020 (58 Fahrzeuge)
Umbau Werkstatt	1.600	0
Umbau von 7 Haltestellen (Hochbahnsteig zu Niedrig- bahnsteig)	8.750	1.400
Umbau der 18 verbleibenden Haltestellen	13.710	15.820
<b>Summe</b>	<b>97.230</b>	<b>86.240</b>

Tabelle 4.11: Kostenanteil Region Hannover, Niederflurvariante 2 und Ist-Zustand

Die Gesamtkosten der Hochflurvariante des Ist-Zustandes unter der Berücksichtigung der Fahrzeugkosten liegen bei 185,97 Mio. Euro. Der Anteil der Region Hannover beträgt 86,24 Mio. Euro. In der Tabelle 4.12 sind die Kosten für das Niederflursystem den Kosten des Hochflursystems gegenübergestellt. Für den Anteil der Region Hannover ergeben sich Mehrkosten in Höhe von 10,99 Mio. Euro bei der Einführung der Niederflurtechnik. Bei den Gesamtkosten übersteigen die Kosten für das Niederflursystem die des Hochflursystems um 11,04 Mio. Euro.

	Gesamtkosten [Tsd. Euro]	
	Kostenanteil Region Hannover	Gesamtkosten
Niederflur	97.230	197.010
Hochflur	86.240	185.970
<b>Differenz</b>	<b>10.990</b>	<b>11.040</b>

Tabelle 4.12: Gegenüberstellung der Gesamtkosten

Wie bei der Variante 1 werden die Instandhaltungsmehrkosten seitens der Infrastruktur mit 15 % und für die Fahrzeuge mit 20 % angesetzt. Für die Infrastruktur werden die jährlichen anteiligen Kosten für die Grunderneuerung der Strecke berücksichtigt. Diese liegen bei 50 Euro je Streckenkilometer. Für die Strecke der Linie 10 sowie den zusätzlichen Streckenabschnitt der Linie 9 zwischen Empelde und Goetheplatz ergeben sich beim Einsatz von Niederflurfahrzeugen Kosten für die Wartung und Instandhaltung der Strecke von 1,139 Mio. Euro/Jahr. Für die Fahrzeugbetriebskosten (Wartung und Instandhaltung) werden die durchschnittlichen Kosten der eingesetzten Fahrzeuge in Höhe von 59.520 Euro je Fahrzeug und Jahr angesetzt.

	Wartungs- und Instandhaltungskosten [Tsd. Euro / Jahr]	
	Hochflur	Niederflur
Instandhaltung Strecke	990	1.139
Betriebskosten Fahrzeuge	3.452 (58 HF-Fahrzeuge)	4.357 (46 NF-Fahrzeuge und 18 HF-Fahrzeuge)
Summe	4.442	5.496

Tabelle 4.13: Gegenüberstellung der Wartungs- und Instandhaltungskosten

Die Tabelle 4.13 weist den zusätzlichen Aufwand für Wartung und Instandhaltung des Fahrwegs und der Fahrzeuge in Höhe von 1.054.000 Euro pro Jahr aus. Neben den Wartungs- und Instandhaltungskosten müssen auch die Kapitalkosten berücksichtigt werden. Wie bei der Variante 1 wurde auch bei der Variante 2 für die einzelnen Komponenten des Systems wie beispielsweise Fahrzeuge, Bahnsteige usw. Abschreibungszeiträume festgelegt. Unter dem Ansatz einer linearen Abschreibung und einem Zinssatz von 6 % wurden die Gesamtkosten inkl. den Zinsen bestimmt. Die Gesamtkosten werden dann auf die jährliche Belastung umgerechnet. Es ergeben sich bei der Variante 2 höhere Kapitalkosten gegenüber dem Hochflursystem. Die Differenz beträgt ca. 800.000 Euro pro Jahr. Die jährliche Mehrbelastung aus Wartungs-, Instandhaltungs- und Kapitalkosten liegt bei 1.854.000 Mio. Euro.

Der Vergleich der Gesamtkosten des Niederflursystems mit den Gesamtkosten des Hochflursystems fällt zugunsten der Hochflurtechnik aus. Die Differenz der Gesamtkosten beträgt 11,04 Mio. Euro. Der Kostenanteil der Region Hannover an den Gesamtkosten liegt bei der Niederflur-Variante bei 102,4 Mio. Euro und bei der Hochflurvariante bei 97,2 Mio. Euro. Die Differenz ergibt sich zu 5,2 Mio. Euro.

Auch die jährlichen Kosten für Wartung und Instandhaltung sowie die Kapitalkosten der Niederflur-Variante sind höher als die für die Hochflur-Variante. Es müssen jährlich rund 1.854.000 Euro mehr aufgewendet werden.

Die Umwandlung der Linie 9 von einer Durchmesserlinie im Ist-Zustand zu einer Halbmesserlinie bei der Variante 2 führt zu schlechteren Umsteigebeziehungen zu den anderen Stadtbahnlinien. Auch das Bedienungsangebot der Haltestelle Schwarzer Bär würde sich verschlechtern. Es ist mit sinkenden Fahrgastzahlen zu rechnen.

Der Mehrbedarf von 6 Fahrzeugen der Variante 2 gegenüber dem Ist-Zustand würde zu höheren Personalkosten aber auch Energiekosten führen, die beim Kostenvergleich nicht berücksichtigt sind.

Der wochentägliche Betrieb der Linie 17 im Ist-Zustand erstreckt sich über 14 Stunden. Durch die Realisierung der Variante 2 müsste die Betriebsdauer auf 21 Stunden ausgedehnt werden und anstelle von Ein-Wagen-Zügen müssten Zwei-Wagen-Züge eingesetzt werden. Auch hieraus resultiert ein höherer Personal- und Energieaufwand.

#### 4.4.3 Variante 3: Umstellung der Linien 9, 10 und 17 auf Niederflurtechnik

Die Variante 3 basiert auf der Variante 2. Zusätzlich zu den Linien 9 und 10 soll bei dieser Variante auch die Linie 17 auf den Betrieb mit Niederflurfahrzeugen umgestellt werden.

##### 4.4.3.1 Auswirkungen auf andere Linien

Die Linie 17 befährt im Ist-Zustand (s. Abbildung 4.8) gemeinsam mit den Stadtbahnlinien 3 und 7 den Streckenabschnitt von der Haltestelle Wallensteinstraße bis zur Haltestelle Allerweg. Die Haltestellen dieses Abschnitts sind durchgehend mit Hochbahnsteigen ausgestattet. Diese erlauben eine maximale Fahrzeugbreite von 2,45 m bis zur Bahnsteigkante in einer Höhe von 82 cm, darüber können die Fahrzeuge auch eine größere Breite aufweisen. Die Fahrzeuge vom Typ TW 2000 sind nach diesen Anforderungen konstruiert, sie können auch mit einer maximalen Fahrzeugbreite von 2,65 m die Bahnsteige passieren. Die Fahrzeuge vom Typ TW 6000 weisen eine maximale Breite von 2,40 m auf, die Bahnsteige stellen kein Hindernis dar.

Die Niederflurfahrzeuge, die eingesetzt werden sollen, weisen eine Breite von 2,65 m auch im Bereich unterhalb der Bahnsteigkante der Hochbahnsteige auf. Sie können daher nicht an Hochbahnsteigen vorbeifahren. Der gemeinsame Streckenabschnitt ist ohne Änderung seitens der Infrastruktur nicht befahrbar.

In Fahrtrichtung Wallensteinstraße bzw. Wettbergen liegt unmittelbar nach der Haltestelle Stadionbrücke eine Kehranlage. Die Niederflurfahrzeuge könnten hier die Fahrtrichtung wechseln. Um diese Kehranlage nutzen zu können, müsste eine Möglichkeit geschaffen werden, die Hochbahnsteige der Haltestelle Allerstraße sowie den Hochbahnsteig der Haltestelle Stadionbrücke passieren zu können.

Für die Haltestelle Stadionbrücke könnte im Bereich der Gleise neben dem Hochbahnsteig ein Vierschienengleis gebaut werden, welches einen ausreichenden Abstand zwischen Niederflurfahrzeug und Hochbahnsteig gewährleistet und gleichzeitig die Einstiegssituation für die Fahrgäste der Hochflurfahrzeuge nicht verschlechtert, da für diese Fahrzeuge der Abstand zum Hochbahnsteig unverändert bliebe. Für die Niederflurfahrzeuge würden an der Haltestelle Stadionbrücke zwei Seitenbahnsteige mit einer Höhe von 30 cm gebaut werden, da ein Einstieg von einem Hochbahnsteig in ein Niederflurfahrzeug nicht möglich ist.

Die Haltestelle Allerweg ist mit zwei Seiten-Hochbahnsteigen ausgestattet, der Einsatz eines Vierschienengleises ist aufgrund des festen Abstandes zwischen den beiden Bahnsteigkanten nicht möglich. Eine Möglichkeit bestünde darin, neben dem bestehenden Hochbahnsteig für die stadtauswärts fahrenden Bahnen einen Mittelbahnsteig für die Niederflurfahrzeuge zu errichten. Die Breite der beiden Gleise und des Bahnsteigs liegt bei rund 10 Metern. Die Fahrbahn der Ritter-Brüning-Straße, die von den stadtauswärts fahrenden

Verkehrsteilnehmern genutzt wird, müsste um rund 10 Meter parallel verschoben neu gebaut werden. Anpassungen wären entsprechend auch an den Verkehrsflächen für Fußgänger und Radfahrer auf dieser Straßenseite vorzunehmen. Im Bereich der Gleisüberfahrt Allerstraße würden die Gleise der neuen Haltestelle für Niederflurfahrzeuge mit der bestehenden Strecke mittels Weichenverbindung verknüpft werden. Die Abbildung 4.15 zeigt das Linienkonzept, welches der Variante 3 zugrunde liegt.

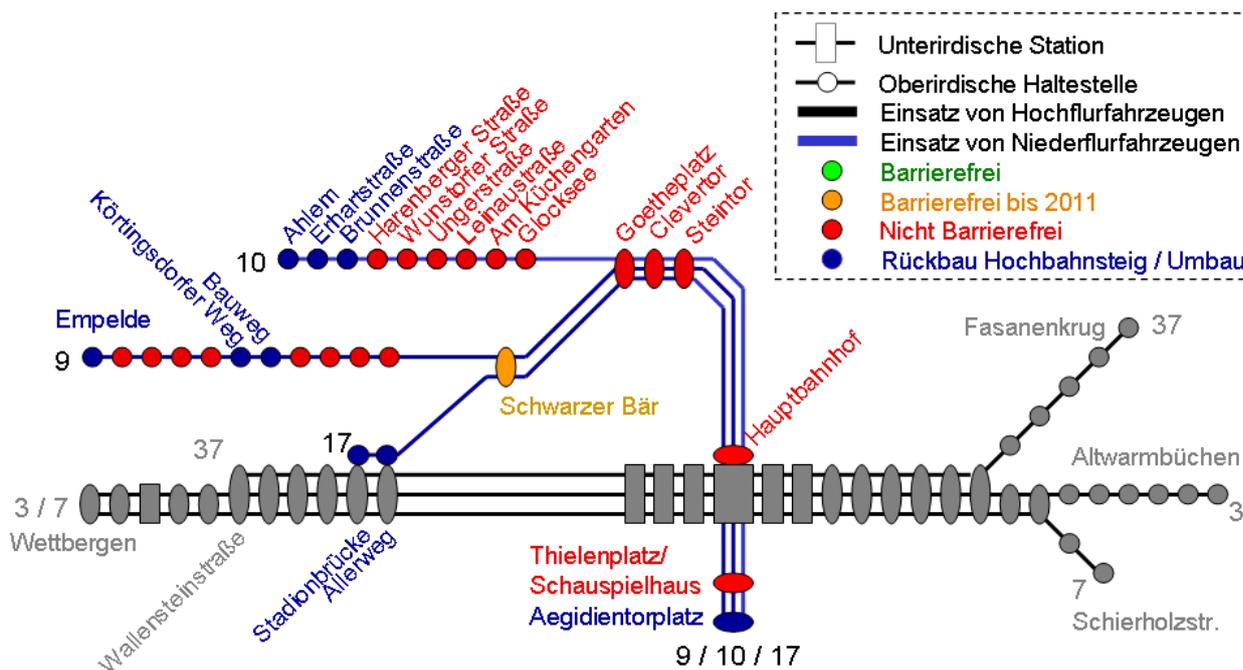


Abbildung 4.15: Variante 3, Umstellung der Linien 9, 10 und 17 auf Niederflurbetrieb

#### 4.4.3.2 Betriebskonzept, Fahrzeugbedarf, Infrastrukturausbau

Die Linie 17 würde bei dieser Variante wie beim Ist-Zustand die A- und die D-Strecke miteinander verbinden, allerdings würde sie nur zwei Haltestellen der Linie A bedienen. Vier Haltestellen des ursprünglichen Linienwegs würden nicht mehr bedient werden. Dieses wegfallende Angebot müsste von einer anderen Linie gewährleistet werden. Außerdem entfällt die unterirdische Linienführung der Linie 9, die wie bei der Variante 2 den Linienast zum Fasanenkrug nicht mehr befahren kann. Es wäre daher eine zusätzliche Hochflurlinie erforderlich. Diese wird mit Linie 37 bezeichnet, da sie den gemeinsamen Streckenabschnitt der Linien 3 und 7 nutzt.

Die Ermittlung des Fahrzeugbedarfs dieser Variante basiert auf der Variante 2 (s. Tabelle 4.8). Der Fahrzeugbedarf für die Linie 37 bei der Variante 3 entspricht dem der Linie 17 bei der Variante 2. Die Anzahl der Fahrzeuge für die Linien 9 und 10 bleiben unverändert.

Zusätzlicher Bedarf gegenüber der Variante 2 entsteht durch die auf Niederflurtechnik umgestellte Linie 17. Bei einem 10-Minuten-Takt müssen 5 zusätzliche Niederflurfahrzeuge und bei einem 15-Minuten-Takt 3 zusätzliche Niederflurfahrzeuge gegenüber der Variante 2 angeschafft werden.

#### 4.4.3.3 Kosten

Die Anschaffungskosten der Fahrzeuge betragen ca. 6,75 bzw. 11,25 Mio. Euro. Die Kosten für den Umbau der beiden Haltestellen lassen sich ohne konkrete Planung der Umbaumaßnahmen nur schwer abschätzen. Als erste Näherung werden 4 Mio. Euro angesetzt. Von einer genaueren Ermittlung der Kosten wird daher abgesehen.

#### 4.4.3.4 Bewertung

Von der Realisierung der Variante 3 wird abgeraten. Ein Einsatz von Niederflurbussen ist die sinnvollere Alternative anstelle der Umstellung der Linie 17 auf Niederflurtechnik. Dies kann durch Einführung einer neuen Linie oder einer Anpassung des bestehenden Buslinienetzes geschehen. Alternativ könnte die Linie 17 ersatzlos entfallen.

### 4.4.4 **Auswirkungen von Mischverkehr von Hochflur- und Niederflurfahrzeugen**

Für den Einsatz von Niederflurfahrzeugen müssen – wie für den Einsatz von Hochflurfahrzeugen – die Haltestellen mit Bahnsteigen ausgestattet sein, deren Höhe auf die Einstiegshöhe des Fahrzeugs abgestimmt ist. Nur so lässt sich ein 100-prozentig barrierefreier Zugang zu den Fahrzeugen ermöglichen. Diese 100-prozentige Barrierefreiheit gehört zu den Qualitätsstandards des heutigen Stadtbahnnetzes und soll auch beim Einsatz von Niederflurfahrzeugen beibehalten werden, wie es bereits im Kapitel 4.3 beschrieben wurde.

Die Niederflurfahrzeuge sollen über eine Einstiegshöhe von 35 cm verfügen. Damit ist eine Bahnsteighöhe von 30 cm anzustreben. Der Spalt zwischen Fahrzeug und Bahnsteigkante soll eine Breite von 5 cm nicht überschreiten. Diese Anforderungen lassen sich realisieren. Für den Halt des Niederflurfahrzeugs am Bahnsteig von 30 cm Höhe ergibt sich eine Einstiegssituation, die für alle Fahrgäste, besonders auch für Fahrgäste, die in ihrer Mobilität eingeschränkt sind, als sehr gut zu bewerten ist, wie die Abbildung 4.16 zeigt.

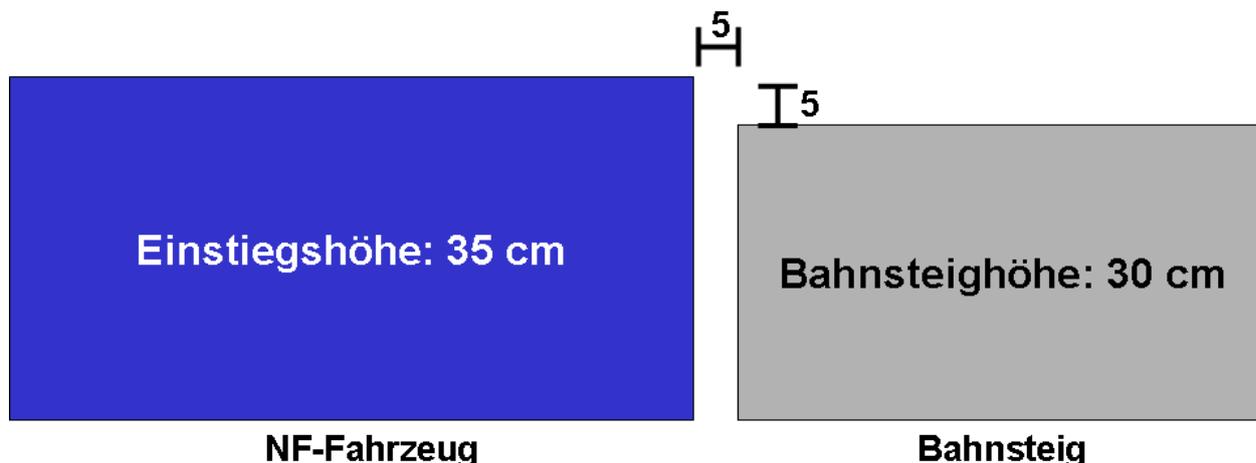


Abbildung 4.16: Einstiegssituation Niederflurfahrzeug am Niedrigbahnsteig (h = 30 cm)

Hält ein Fahrzeug vom Typ TW 6000 an einem Niedrigbahnsteig, der für den Einsatz der Niederflurfahrzeuge optimiert wurde, verschlechtert sich die Einstiegssituation. Die Fahrzeuge des Typs TW 6000 verfügen über eine Breite von 2,40 m und sind damit 25 cm schmaler als die 2,65 m breiten Niederflurfahrzeuge. Diese Differenz von 0,25 m verteilt sich zu gleichen Teilen auf beide Seiten des Fahrzeugs. Die Breite des Spalts nimmt daher um 12,5 cm gegenüber dem Niederflurfahrzeug zu und liegt bei rund 18 cm. Die Höhendifferenz zwischen Bahnsteig und der ersten Stufe des Fahrzeugs liegt bei 8 cm (s. Abbildung 4.17).

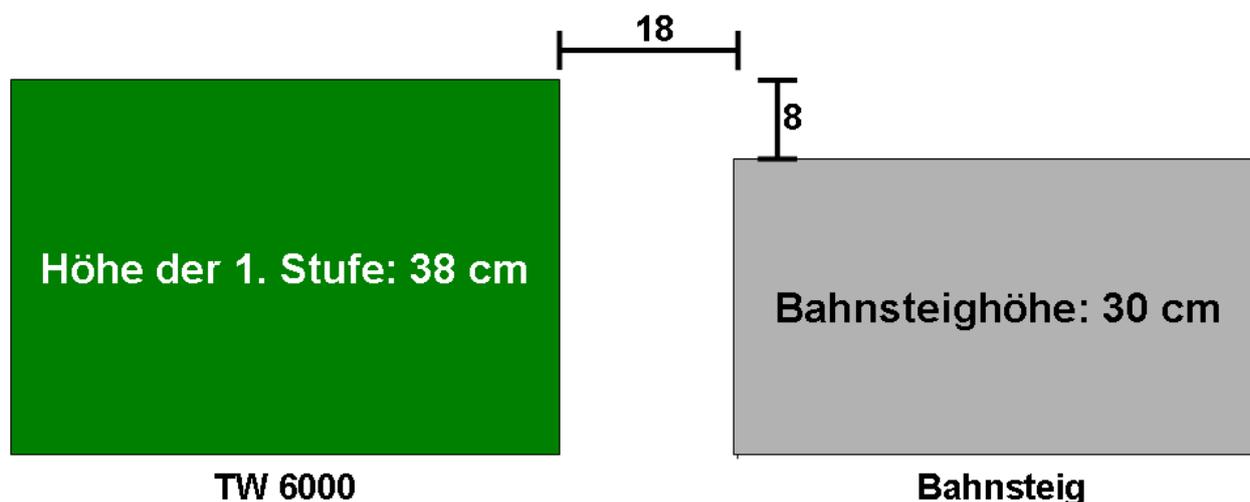


Abbildung 4.17: Einstiegssituation TW 6000 am Niedrigbahnsteig (h = 30 cm)

Diese Situation ist nicht nur deutlich schlechter zu bewerten als der Halt eines Niederflurfahrzeugs an demselben Bahnsteig, sondern sie stellt auch für Fahrgäste, die an die Spaltbreiten des bestehenden Systems gewöhnt sind, eine Gefahr dar. Die Fahrgäste

müssten durch geeignete Maßnahmen, wie z. B. haltestellenbezogene Ansagen, auf die Gefahr hingewiesen werden.

Dasselbe gilt auch für die Hochflurfahrzeuge vom Typ TW 2000. Die untere der drei Trittstufen wird beim Halt an einem konventionellen Niedrigbahnsteig mit einer Höhe von 12 cm um rund 20 cm ausgefahren. Die Oberkante der Trittstufe befindet sich 18,6 cm über der Bahnsteigoberkante. Daher kann die Trittstufe über dem Bahnsteig ausgefahren werden. Zwischen der Unterkante des Bahnsteigs und der Bahnsteigoberkante verbleibt ein ausreichend großer Abstand. Bei einer Bahnsteighöhe von 30 cm kann die Trittstufe nicht ausgefahren werden, sie würde mit dem Bahnsteig kollidieren. Die Fahrzeuge müssten entsprechend umgebaut werden. Ein teilweises Ausfahren der Trittstufen ließe sich nur mit erheblichem technischen Aufwand realisieren.

Für den Einstieg in ein Fahrzeug vom Typ TW 2000 stehen daher nur drei der vier Stufen zur Verfügung. Die Höhe der zweiten Stufe gegenüber der Schienenoberkante beträgt ca. 49 cm. Die Höhendifferenz zum Bahnsteig liegt damit bei 19 cm. Die Fahrzeuge sind im Bereich des Bahnsteigs 20 cm schmaler als die Niederflurfahrzeuge. Dadurch ist die Breite des Spalts 10 cm größer und liegt bei 15 cm. Die Abbildung 4.18 zeigt die Situation.

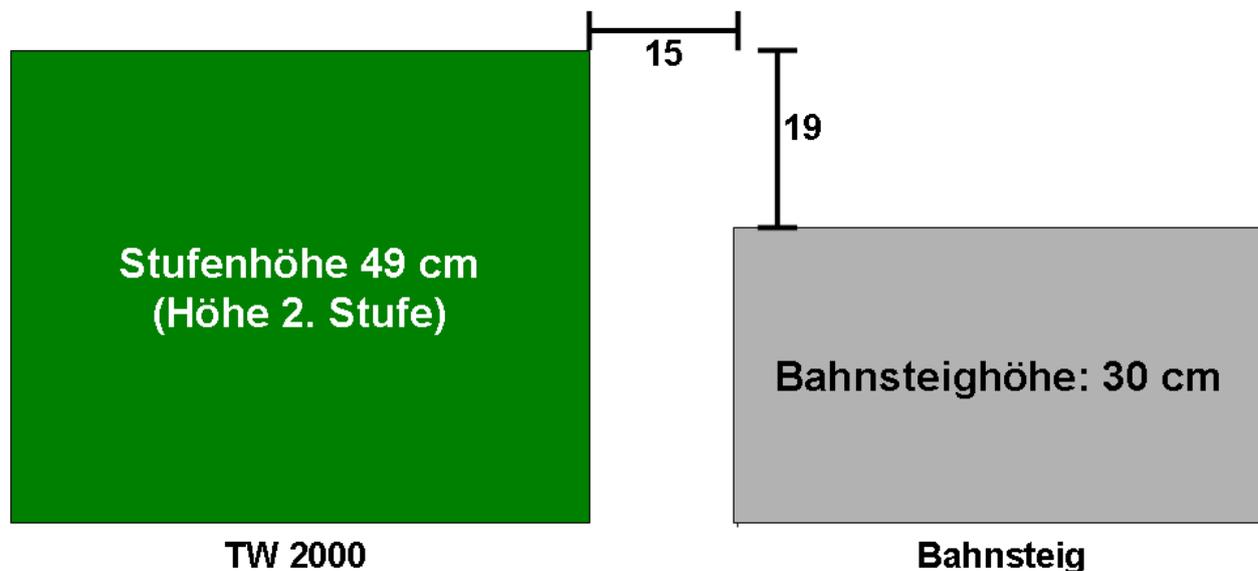


Abbildung 4.18: Einstiegssituation TW 2000 am Niedrigbahnsteig (h = 30 cm)

Die Optimierung der Einstiegssituation für die Niederflurfahrzeuge führt zu einer Verschlechterung der Einstiegssituation für die Hochflurfahrzeuge, wenn diese dieselbe Bahnsteigkante nutzen. Die Barrierefreiheit kann in diesem Fall nur für die Niederflurfahrzeuge hergestellt werden.

#### **4.4.5 Weitere Auswirkungen beim Einsatz von Niederflurfahrzeugen**

Neben den exakt zu fassenden Kosten des Einsatzes von Niederflurfahrzeugen gibt es weitere Gesichtspunkte, die beim Einsatz von Niederflurfahrzeugen zu berücksichtigen sind. Hier ist als Erstes zu nennen, dass durch ein völlig neues Fahrzeug die Flexibilität bei Bedienung der umgerüsteten Strecken deutlich eingeschränkt wird, da nicht mehr alle Fahrzeuge eingesetzt werden können.

Bei Betrachtung der derzeitigen Konzepte fällt auf, dass Expresszüge, die in der Hauptverkehrszeit verkehren und auf der Linie 10 in den Tunnel einfahren, nicht mehr möglich wären. Entsprechendes würde bei der Variante 2 für Expresszüge der Linien 9 und 10 gelten.

Auch der Nachtsternverkehr mit einem Umstieg am Kröpcke könnte nicht mehr durchgeführt werden, da die Züge der Linie 10 bzw. 9 und 10 die Station über den A-Tunnel nicht mehr anfahren könnten.

Derzeit werden bei ca. 20 Unfällen, die sich im Straßenverkehr zwischen den Stationen Goetheplatz und Kröpcke ereignen, im Oberflächenverkehr kurzfristig die Züge der Linie 10 in den A-Tunnel geleitet, damit Reisende die Ziele der Innenstadt erreichen. Bei ca. 50 Veranstaltungen im Laufe eines Jahres werden planmäßig die Züge vom Goetheplatz über den A-Tunnel zur Innenstadt geleitet. Auch diese Umleitungsmöglichkeit wäre bei Einsatz von Niederflurfahrzeugen nicht mehr gegeben.

Durch die niedrigere Einstiegshöhe gibt es für die Mehrzahl der Reisenden auch ohne Umbau der Haltestellen vereinfachte Verhältnisse beim Ein- und Ausstieg.

## 5 Zusammenfassung

- **Entwicklung des Stadtbahnnetzes Hannover bis heute**

Im Stadtbahnnetz Hannover werden bisher ausschließlich Hochflurfahrzeuge eingesetzt, da bei der Eröffnung keine Niederflurfahrzeuge zur Verfügung standen. Seit Anfang der Neunziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts werden Niederflurfahrzeuge vermehrt in Stadtbahn- und Straßenbahnnetzen anderer Städte eingesetzt. Anfang der 1990er Jahre wurde die Umstellung des Stadtbahnnetzes auf den Einsatz von Niederflurfahrzeugen untersucht. Es wurde entschieden, weiterhin Hochflurfahrzeuge einzusetzen.

Rund 20 Jahre nach der grundsätzlichen Entscheidung, keine Niederflurtechnik einzusetzen, wird erneut der Einsatz der Niederflurtechnik diskutiert. Dabei geht es nicht um das gesamte Netz, sondern im Wesentlichen um die Linie 10, die wie die Linie 17 im Gegensatz zu den anderen Stadtbahnlinien ausschließlich oberirdisch geführt wird und keine Durchmesserlinie ist. Im Bereich des Stadtteils Linden-Nord wird die Linie 10 entlang der Limmerstraße geführt. Im Zuge der Diskussion um barrierefreie Hochbahnsteige kommt es aufgrund der Straßenraumbreite und Platzverhältnisse zu einer erneuten Diskussion um den Einsatz von Niederflurfahrzeugen.

- **Randbedingungen des Stadtbahnnetzes Hannover**

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde zunächst das Stadtbahnnetz Hannover untersucht. Im weiteren Verlauf der Studie wurden die technischen Randbedingungen zum Einsatz der Niederflurtechnik ermittelt, die Kosten für den Bau von Niedrigbahnsteigen ebenso berücksichtigt wie die Beschaffung von Niederflurfahrzeugen. Durch die Befragung von Verkehrsunternehmen konnten die monetären Auswirkungen, des Einsatzes von Niederflurfahrzeugen berücksichtigt werden.

In einem weiteren Schritt wurden die Betriebskosten eines Niederflursystems mit dem bestehenden Hochflursystem verglichen. Neben den einmaligen Investitionen wurden auch die Kapitalkosten unter Berücksichtigung der Abschreibungsfristen ermittelt.

- **Hoch- und Niederflurtechnik im gleichzeitigen Einsatz bei Verkehrsbetrieben**

In einem weiteren Schritt wurde anhand von ausgewählten Städten und Regionen in Deutschland der dortige parallele Einsatz von Hochflur- und Niederflurfahrzeugen beschrieben und die wesentlichen Eigenschaften wurden dargestellt. Es zeigte sich, dass es sehr verschiedene Konzepte sind, die sich von Stadt zu Stadt bzw. von Region zu Region unterscheiden. Keine Stadt hat bisher eine 100-prozentige Barrierefreiheit erreicht, auch nicht bei Einsatz von Niederflurfahrzeugen. Es fällt auf, dass auch andere Städte die Hochflurbereiche weiter ausbauen, um im Bereich der Hochflurtechnik eine 100-prozentige Barrierefreiheit mit Hilfe von Hochbahnsteigen zu erreichen.

Eine weitere Erkenntnis der Unternehmen, die sowohl Hochflur-, als auch Niederflurfahrzeuge im Einsatz haben, ist der direkte Kostenvergleich beider Systeme. Für die Wartung und Instandhaltung der Fahrzeuge werden im Mittel Mehrkosten in Höhe von 20 % genannt. Für die Wartung und Instandhaltung der Infrastruktur werden bei Einsatz von Niederflurfahrzeugen um 15 % höhere Kosten ermittelt.

- **Entwicklung eines Niederflurkonzeptes für Hannover**

Für die Entwicklung von Betriebskonzepten für Hannover wurde zuerst das bestehende Liniennetz analysiert. Streckenabschnitte, die für den Einsatz von Niederflurfahrzeugen infrage kamen, wurden ermittelt und grundlegende Anforderungen an die Niederflurfahrzeuge, die zum Einsatz kommen sollten, wurden definiert. Dabei wurde stets die Qualität des heutigen Hochflurnetzes als Maßstab angesetzt.

Die Einführung der Niederflurtechnik sollte nicht die Qualität des Angebots des öffentlichen Personennahverkehrs verschlechtern. Daher musste auch für den Einsatz der Niederflurfahrzeuge eine 100-prozentige Barrierefreiheit des Systems umgesetzt werden. Dies kann nur durch die Ausstattung der Haltestellen mit zugänglichen Bahnsteigen geschehen, die auf die Einstiegshöhe der Fahrzeuge abgestimmt sind.

Basierend auf diesen Randbedingungen wurden für mehrere Varianten die Kosten abgeschätzt und denen des Ist-Zustandes bzw. des Weiterbetriebs der Linie 10 mit Hochflurfahrzeugen gegenübergestellt. Für alle Varianten wurden höhere Kosten beim Einsatz von Niederflurfahrzeugen ermittelt. Dies betrifft sowohl die Beschaffung von Fahrzeugen als auch die laufenden Kosten für Wartung und Instandhaltung. Synergieeffekte, die bei den Hochflurfahrzeugen festzustellen sind, treten bei den Niederflurfahrzeugen aufgrund der geringeren Anzahl nicht auf. Die Entscheidung zugunsten der Niederflurtechnik würde zu einem höheren Finanzierungsbedarf des Systems Nahverkehr führen. Der Aufgabenträger müsste mehr Geld für die

Finanzierung des Systems zur Verfügung stellen. Angesichts der angespannten Haushaltslage bei Bund, Ländern und nahezu allen Gemeinden ist genauso wie in Hannover von einer Begrenzung des Budgets für den öffentlichen Nahverkehr auszugehen.

Die Einführung der Niederflurtechnik würde vor dem Hintergrund der nur begrenzt zur Verfügung stehenden Finanzmittel zulasten des Hochflurnetzes gehen. Dies betrifft in erster Linie das Programm zur Ausstattung von Haltestellen mit Hochbahnsteigen. Durch die Kürzung der Mittel für dieses Programm würde ein zeitlicher Nachteil beim barrierefreien Ausbau des Hochflurnetzes entstehen.

## 6 Quellenverzeichnis

- [01] Hannover.de Internet GmbH  
Hannover  
Hannover.de – Offizielles Informationssystem der Landeshauptstadt sowie der  
Region Hannover  
Hannovers Bevölkerung in Zahlen (Stand 1. Januar 2009)  
[http://www.hannover.de/de/buerger/wahlen/zahlen\\_daten/zahlenlh/Einwohner.html](http://www.hannover.de/de/buerger/wahlen/zahlen_daten/zahlenlh/Einwohner.html)  
letzter Zugriff: 11/2009
- [02] Landesbetrieb für Statistik und Kommunikationstechnologie Niedersachsen  
LSKN-Online: Tabelle K1000014  
<http://www1.nls.niedersachsen.de/statistik/html/mustertabelle.asp>  
letzter Zugriff: 11/2009
- [03] üstra Hannoversche Verkehrsbetriebe AG  
Hannover  
Einsteigen: Stadtbahn, Informationsbroschüre, Stand der Daten August 2008  
[http://www.uestra.de/fileadmin/uestra/downloads/themenbroschueren/  
Stadtbahnbrochure.pdf](http://www.uestra.de/fileadmin/uestra/downloads/themenbroschueren/Stadtbahnbrochure.pdf)  
letzter Zugriff: 11/2009
- [04] Stadt Frankfurt am Main, Bürgeramt, Statistik und Wahlen  
Frankfurt am Main  
statistik aktuell, Nr. 11/2009  
[http://www.frankfurt.de/sixcms/media.php/678/11\\_Pendler2008.pdf](http://www.frankfurt.de/sixcms/media.php/678/11_Pendler2008.pdf)  
letzter Zugriff: 11/2009

- [05] Statistisches Bundesamt Deutschland  
Wiesbaden  
Städte nach Fläche und Bevölkerung  
[http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/Regionales/Gemeindeverzeichnis/Administrativ/Archiv/FBStaedte/Vorjahr\\_\\_05\\_\\_Staedte.psml](http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/Regionales/Gemeindeverzeichnis/Administrativ/Archiv/FBStaedte/Vorjahr__05__Staedte.psml)  
Stand der Daten 12/2007
- [06] Bundesagentur für Arbeit  
Nürnberg  
Detaillierte Informationen, Kreisdaten  
<http://www.pub.arbeitsagentur.de/hst/services/statistik/detail/q.html?call=r>  
Stand der Daten: 06/2008
- [07] Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main mbH (VGF)  
Frankfurt am Main  
Geschäftsbericht 2008  
[http://www.vgf-ffm.de/fileadmin/data\\_archive/Downloads/RZ\\_GB\\_2008\\_Netz.pdf](http://www.vgf-ffm.de/fileadmin/data_archive/Downloads/RZ_GB_2008_Netz.pdf)  
letzter Zugriff 11/2009
- [08] Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main mbH (VGF)  
Frankfurt am Main  
Die Frankfurter U-Bahn 1968 - 2008  
[http://www.vgf-ffm.de/fileadmin/data\\_archive/Downloads/Netz\\_40\\_Jahre\\_U-Bahn.pdf](http://www.vgf-ffm.de/fileadmin/data_archive/Downloads/Netz_40_Jahre_U-Bahn.pdf)  
Stand der Daten: 11/2008
- [09] Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main mbH (VGF)  
Frankfurt am Main  
Zahlenspiegel 2009  
[http://www.vgf-ffm.de/fileadmin/data\\_archive/Downloads/Zahlenspiegel2009.pdf](http://www.vgf-ffm.de/fileadmin/data_archive/Downloads/Zahlenspiegel2009.pdf)  
Stand der Daten 12/2008

- [10] traffiQ Lokale Nahverkehrsgesellschaft Frankfurt am Main mbH  
Frankfurt am Main  
Broschüre: Barrierefrei unterwegs 2010  
[http://www.traffiq.de/fm/20/traffiq\\_Barrierefrei\\_Brosch\\_2010.pdf](http://www.traffiq.de/fm/20/traffiq_Barrierefrei_Brosch_2010.pdf)  
letzter Zugriff 11/2009
- [11] Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main mbH  
Frankfurt am Main  
Befragung mittels Fragebogen und Expertengespräch
- [12] Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main mbH (VGF)  
Frankfurt am Main  
Fuhrpark - Stadtbahnfahrzeuge  
<http://www.vgf-ffm.de/de/presseinfo/fuhrpark/stadtbahnen/>  
letzter Zugriff 11/2009
- [13] Landesbetrieb Information und Technik Nordrhein-Westfalen,  
Düsseldorf  
<http://www.it.nrw.de>  
Stand der Daten 31.12.2008  
letzter Zugriff 11/2009
- [14] Rheinbahn AG,  
Düsseldorf  
Rheinbahn in Zahlen 2007 2008  
<http://www.rheinbahn.de/SiteCollectionDocuments/ueberuns/Rheinbahn%20in%20Zahlen%202007-2008.pdf>  
letzter Zugriff 11/2009

- [15] Vossloh Kiepe GmbH  
Düsseldorf  
Referenzbroschüre Fahrzeug NF 6 und Referenzbroschüre Fahrzeug NF 10  
<http://www.vossloh-kiepe.com/vkproduktordner.2008-05-14.1154367607/vkproduktordner.2008-06-30.8585393121/vkproduktordner.2008-05-15.5609169940>  
letzter Zugriff: 11/2009
- [16] Rheinbahn AG,  
Düsseldorf  
Presentation of Rheinbahn Depot & Workshop Lierenfeld, englischer Vortrag  
[http://project.ankarametrosu.com.tr/images/10\\_Maintenance\\_Rheinbahn.pdf](http://project.ankarametrosu.com.tr/images/10_Maintenance_Rheinbahn.pdf)  
letzter Zugriff: 11/2009
- [17] Rheinbahn AG,  
Düsseldorf  
Geschäftsbericht 2008  
[http://www.rheinbahn.de/SiteCollectionDocuments/ueberuns/RB\\_GB2008.pdf](http://www.rheinbahn.de/SiteCollectionDocuments/ueberuns/RB_GB2008.pdf)  
Stand der Daten: 12/2008
- [18] Rheinbahn AG,  
Düsseldorf  
Nachhaltigkeitsbericht 2008  
<http://www.rheinbahn.de/SiteCollectionDocuments/ueberuns/NachhaltigkeitsberichtEndfassungEinzelseiten.pdf>  
letzter Zugriff 11/2009
- [19] Essener Verkehrs-AG  
Essen  
Broschüre Kleine EVAG Statistik 2009  
[http://www.evag.de/fileadmin/downloads/geschaeftsberichte/Kleine\\_EVAG\\_Statistik\\_2009.pdf](http://www.evag.de/fileadmin/downloads/geschaeftsberichte/Kleine_EVAG_Statistik_2009.pdf)  
Stand der Daten 12/2008

- [20] Stadt Essen, Amt für Stadtplanung und Bauordnung  
Essen  
Nahverkehrsplan der Stadt Essen, 1. Fortschreibung 2008 – 2012  
<http://www.essen.de/Deutsch/Leben/Verkehr/NVP-Essen.pdf>  
letzter Zugriff 11/2009
- [21] Dortmunder Stadtwerke AG,  
Dortmund  
Zahlenspiegel 2008  
<http://www.dsw21.de/ocx2.cgi?GF=84>  
letzter Zugriff 11/2009
- [22] Ministerium für Bauen und Verkehr (MBV) des Landes Nordrhein-Westfalen  
Düsseldorf  
Fachportal Nahverkehr  
<http://www.fachportal.nahverkehr.nrw.de/>  
letzter Zugriff 11/2009
- [23] Bochum-Gelsenkirchener Straßenbahnen AG  
Bochum  
Befragung mittels Fragebogen und Expertengespräch
- [24] Siemens AG, Transportation Systems, Mass Transit  
Erlangen  
Straßenbahnsystem – ULF Wien, Österreich - Technische Beschreibung