

Bewertung der Sonderborde an Haltestellen des städtischen Nahverkehrs

Teil 1

Von Dr.-Ing. Johannes Wolf, Ahrensfelde

Grundlagen – Wertung von Bordlösungen

Mit dem Gleichstellungsgesetz wird den Behinderten von Staats wegen auch der barrierefreie Zugang zu den öffentlichen Verkehrsmitteln zugesichert. Dass dies trotz bindender Verpflichtung noch nicht in allen Kommunen voll gewährleistet wird, hat vielfältige Ursachen. Oftmals sind fachliche Unsicherheiten der Verkehrsplaner oder falsche Entscheidungen des Betreibers bzw. der zuständigen Tiefbauämter die Ursachen hierfür. Aber auch der Fahrzeugwirtschaft ist eine angemessene Schuld zuzuweisen.

Obwohl es anzustreben wäre, einheitliche Bedingungen in ganz Deutschland und darüber hinaus im europäischen Raum zu schaffen, fehlen hierzu noch immer ganzheitliche und verbindliche Normen. Alle erlassenen Richtlinien tragen nur empfehlenden Charakter und lassen zudem noch sehr differenzierte Auslegungen zu. Es ist mehr als bedauerlich, dass es noch immer den Ländern überlassen bleibt, deren Umsetzung im Detail zu interpretieren, was zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen führt und von den über Ländergrenzen reisenden Behinderten hinreichend beklagt wird. Gleichwohl mangelt es hierfür an einem ausreichenden Arrangement des VDV und des ADAC.

Entscheidend für den problemlosen Fahrgastwechsel ist der Grad der Annäherung zwischen dem Haltestellenbord und dem Fahrzeug. Um den mit noch zumutbarem Grenzmaß von 50 mm weiten Spalt zu erreichen oder besser zu unterbieten, müssen folgende Bedingungen erreicht werden:

- Wahl der richtigen Höhe des Haltestellenbordes
 - Einsatz geeigneter Niederflurfahrzeuge
 - Sichern einer optimalen Annäherung des Fahrzeugs an den Haltestellenbord
- Das entscheidende Bindeglied stellt zweifelsohne der Bord selbst mit seiner ihm

eigenen Profilierung dar. Um die richtige Auswahl aus dem reichhaltigen Produktionsangebot treffen zu können, werden mit diesem Beitrag neben Aussagen zu den Grundsätzen die gängigsten Typen beschrieben und bewertet. Der Artikel setzt damit die in den Heften 10 und 11 des Jahrgangs 2008 begonnenen „Empfehlungen und Hinweise für den behindertengerechten Ausbau der Haltestellen von Omnibus und Straßenbahn“ unmittelbar fort.

1. Grundlagen

1.1 Der Bord

Der Bord bildet in der Regel die bauliche Abgrenzung einer Fahrbahn im städtischen Bereich und dient zudem grundsätzlich für den Abschluss des zumeist unmittelbar an der Fahrbahn gelegenen Gehweges.

Bei der Wahl der Bordhöhe wird unterschieden nach dessen grundlegender oder zusätzlicher Funktion. Grundfunktion ist neben der optischen Führung das deutliche Abgrenzen der Fahrbahn vom benachbarten Bereich. Dem dient bereits eine Regelhöhe des **Halbhohen Bordes** über der Fahrbahn von 40 mm bis 60 mm. Damit wird die Trennung deutlich erreicht und es ist außerdem ein Überfahren möglich. Für stark frequentierte Fahrwege werden aus Sicherheitsaspekten größere Höhen empfohlen.

Das Maß des **Hohen Bordes** über der Fahrbahn bewegt sich zwischen 80 mm und 150 mm. Die Höhe von 120 mm bildet dabei ein überwiegend verwendetes Regelmaß. Nur für Gefahrenstellen, wie Brücken und Engstellen, sind hiervon Ausnahmen zulässig oder sogar vorgeschrieben. Die hierbei bis zu 200 mm zulässige Höhe soll vor allem ein Aufsteigen von Straßenfahrzeugen definitiv vermeiden.

Für das Auf- oder Absteigen des Fußgängers von der Fahrbahn auf den Gehweg oder umgekehrt stellt in Anlehnung an die Vorschriften der Gestaltung von Treppen das Maß von 150 mm eine vorgegebene Grenze dar. Wenngleich junge Menschen auch größere Höhen problemlos bewältigen können, ist immer zu bedenken, dass sich ältere und behinderte Menschen ohne Hilfsmittel über diese Schwelle überwiegend nicht unbeschadet bewegen können.

Vor allem an Überwegen wird der **Niedrigbord** eingesetzt, der weniger als 40 mm über die Fahrbahn ragen soll. Angestrebt werden Höhen von 30 mm, wie auch aktuell von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen empfohlen.

Für die Bewertung eines Sonderbordes sind neben den allgemeinen Regeln zur Höhengestaltung weitere Kriterien zu bedenken. Das sind vor allem die durch seine Höhe bestehenden Gefahrenmomente für Fußgänger und Personenkraftwagen, die bei deren Annäherung an den Bord oder beim Öffnen der Türen entstehen können. Hierfür ist ein Maß über 200 mm bereits als bedenklich zu werten.

Alle hier genannten Maßangaben und Verwendungshinweise sind den **Empfehlungen für die Anlage von Hauptverkehrsstraßen (EHAV)** entnommen. Sie gehen auch konform mit den Erwartungen der Behindertenverbände.

1.2 Das Fahrzeug

Jedes Verkehrsunternehmen hat seine individuellen Vorstellungen über die zu beschaffenden Fahrzeugtypen. Es kommt hinzu, dass eigene Philosophien zur Wartung und Pflege dieser Fahrzeuge entwickelt werden, die sich nur selten pauschal auf einen anderen Verkehrsbetrieb übertragen lassen. Daraus leiten sich zwangsläufig verschiedenartige Vorstellungen über die Beziehung zwischen dem Fahrzeug und dem Bord der Haltestelle ab. Das trifft auch auf die lokale Definition der Zulässigkeit von Grenzwerten zu, die dem Behinderten zu offerieren sind. Diese Bedingungen auf einen einheitlichen Nenner

zu bringen, erscheint schier unmöglich, wohl aber die Formulierung einiger Grundsätze.

Die Zielgrößen für eine behindertengerechte Bedienung der Haltestelle lassen sich bekanntlich mit der Begrenzung des Spaltes zwischen dem Auftritt des niederflurigen Fahrzeugs und der Oberfläche der Haltestelle definieren. Der Abstandswert sollte sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Beziehung stets kleiner gleich 50 mm sein. Das ist ein international bestätigter Grenzwert der Zumutbarkeit.

Aus der Gestaltung des Niederflurfahrzeugs lassen sich ganz allgemein die Möglichkeiten für dessen Annäherung an den Bord ableiten. Der Omnibus muss mit seinem Wagenkasten den Bord überstreichen oder unmittelbar vor der Bordkante in paralleler Lage zum Stehen kommen. Die Straßenbahn dagegen kann die Haltestelle grundsätzlich nur behindertengerecht benutzen, wenn sie mit ihrem Wagenkasten unmittelbar vor der Bordkante steht.

Der für eine barrierefreie Haltestellenbedienung verfügbare Raum bei der Annäherung des Fahrzeugschwellers an die Bordkante ist eng begrenzt (Bild 1)

und wird auf 50 mm pro Richtung eingeschränkt. Bei der Definition des realistischen Abstandes ist der Zustand des Fahrzeugs unter den Bedingungen der Betriebsführung zu berücksichtigen. Dabei ist es wichtig, dass ein unbelastetes Neufahrzeug und ein solches unter Volllast gleichermaßen diesen Bedingungen zu entsprechen hat. Um Extremsituationen zu umgehen, müssen hierzu die Einflüsse des Verschleißes begrenzt werden.

1.2.1 Omnibus

Unabhängig von den Empfehlungen des VDV weisen die vom Hersteller angebotenen Wagen gleichen Grundtyps unterschiedliche Basismaße auf. Hinzu kommen die zulässigen Toleranzen in der Fertigung.

Von Scheidegger¹⁾ wurden bei einer Vielzahl der in einem Verkehrsraum der Schweiz eingesetzten Niederflurfahrzeuge unterschiedlicher Hersteller Abstandsmaße vom Reifen zur Bordkante im Betrieb gemessen. Die Streuung der dabei festgestellten Messwerte ist verheerend. Abweichend vom definierten Regelmaß wurden Differenzen bis zu +44 % und -18 % festgestellt.

Obwohl für die Niederflurfahrzeuge generell ein einheitliches Lastenheft besteht, werden im Falle von Kaufinteressen neben der Typauswahl überwiegend nur preisliche Erwägungen eine Rolle spielen. Auch wird im Vergleich zum Schienenfahrzeug vorwiegend von der Einzelabnahme Abstand genommen. Das Ergebnis sind sehr oft individuelle Probleme der Praxis im Bedienen einer auf frühere Fahrzeuge definierten Haltestellensituation.

Dem Betreiber sind letztlich nur bedingt Möglichkeiten gegeben, auf die Außenmaße des Fahrzeugs und damit auf die Wechselbeziehung zwischen Einstieg und Haltestellenbord einzuwirken. Er hat lediglich Einfluss auf die Grundhöhe des Schwellers über der Fahrbahnoberkante, die Dank der elektronisch geregelten Luftfederung in geringem Maße variabel und individuell einstellbar ist. Ebenfalls kann er den Zustand des Reifens und seines äußeren Profils durch die richtige Wahl des Innendrucks beeinflussen. Selbstverständlich ist auch der Profiltiefe und der

1) A. Scheidegger, Schweizerische Fachstelle Behinderte und öffentlicher Verkehr, Olten (Schweiz).



Kasseler Sonderbord® plus

mehr Sicherheit

mehr Komfort

Design für Alle

Der Kasseler Sonderbord® plus ist eine konsequente Weiterentwicklung des international gefragten Kasseler Sonderbordes®, der für barrierefreie Haltestellen steht. Von nun an ist ein absolut stufenloses Ein- und Aussteigen möglich. Dies steigert die Sicherheit und den Komfort für alle Nutzer, einschließlich mobilitätseingeschränkter Personen.

Ein weiterer Pluspunkt: Die Vermeidung von Karosseriebeschädigungen beim Anfahren der Haltestellen. Das neue Kurven-Profil des Sonderbordes® plus ermöglicht ein kontrolliertes Gleiten der Niederflurbusse zum Haltesteig, ohne Kollision.

PROFILBETON

PROFILBETON GmbH
Waberner Straße 40
D - 34582 Borken/Hess.

Telefon +49 (0)56 82 - 73 86 0
Telefax +49 (0)56 82 - 73 86 42
info@profilbeton.de | www.profilbeton.de

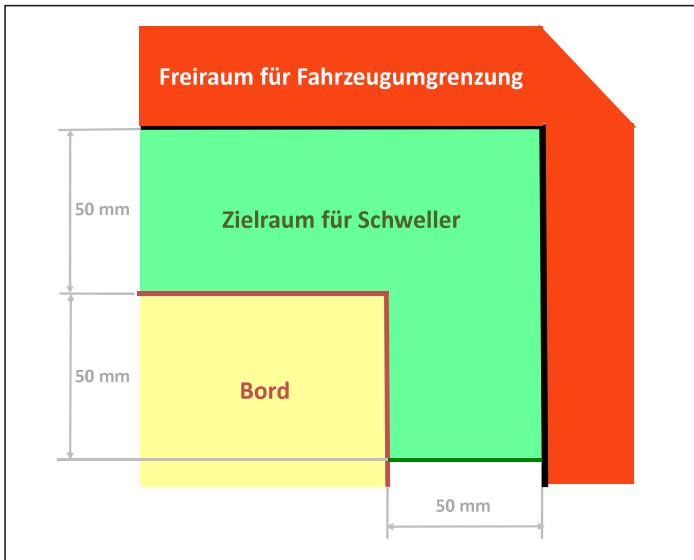


Bild 1: Definition des Zielraumes für das Positionieren des Schwellers zwischen Fahrzeugumgrenzung und Bord

Einhaltung des vorgegebenen Grenzmaßes Beachtung zu schenken.

Im Rahmen dieses Beitrags kann nicht zu allen auf dem Markt angebotenen Omnibustypen Bezug genommen werden. Deshalb wird auf den in Deutschland wohl am häufigsten eingesetzten Wagengrundtyp mit der zugleich größten Wagenkastenbreite von 2,55 m eingegangen. Er entspricht den vom VDV definierten Anforderungen an einen Einheitswagen und wird durch die in Tabelle 1 genannten Grundmaße charakterisiert, die Werksangaben entnommen sind. Der Vergleich zu den genannten Parametern anderer Fahrzeughersteller ergibt bezogen auf die spezielle Betrachtung der Haltestellenproblematik nahezu keine Abweichungen, die sich auf das generelle Gestalten und Dimensionieren der Sonderborde auswirken.

In nahezu allen Omnibus-Niederflurfahrzeugen wird der Reifen des Typs 275/70 R 22,5 eingesetzt. Für die Betrachtung des Profilquerschnittes und der relevanten Maßketten werden hier die Werksangaben von CONTINENTAL verwen-

det. Aus diesen sowie der einheitlichen Breite des Wagenkastens leiten sich die in Bild 2 und 3 dargestellten und bemaßten Beziehungen zwischen Reifenstand und Schweller ohne und mit Aktivierung der Kneeling-Einrichtung ab. Betrachtet werden dabei wegen des Bezugs auf die Nutzung durch einen Rollstuhl nur die erste und zweite Tür.

1.2.2 Straßenbahn

Maßgebend für die Grundkonfiguration der Beziehung zwischen dem Straßenbahnfahrzeug und der Bordkante der Haltestelle ist neben der Türkonstruktion die Einstiegshöhe über Schienenoberkante. Sie beträgt bei den in Europa angebotenen Niederflurwagen in der Regel zwischen 290 mm und 360 mm. Abweichend hiervon bietet der Wiener Stadtbahnwagen der Typen A und B als Ausnahme eine minimale Einstiegshöhe von nur 210 mm an.

Die jeweilige Effektivhöhe ist wegen fehlender Luftfederung nicht konstant und außerdem von der allgemeinen Fahrzeugbelastung abhängig, was bei Regellast in

der Norm einen Toleranzwert von bis zu -20 mm und im extremen Ausnahmefall sogar -60 mm ausmachen kann, sowie vom Verschleiß der Radsätze (maximal zulässig bis zu 40 mm) und der Erschlaffung des Federsystems (bis rund 10 mm), wofür je Wagentyp definierte Grenzwerte festliegen, die bei normaler Wartung nicht zu überschreiten sind. Außerdem gilt es, wagenbezogenen Toleranzen der Einstellung und des Baus von ± 10 mm zu berücksichtigen. Die regulären Höhendifferenzen liegen im Betriebszustand in der Spanne zwischen -30 mm und -50 mm, sie können aber nach den Gegebenheiten des Fahrzeuges theoretisch auch weit größer, bis zu -110 mm ausfallen.

Die Eigenbewegungen des Fahrzeuges unterschiedlichster Ursachen sind hierin voll implementiert. Sie bewegen sich garantiert in diesem Bereich und erfordern keine weitergehenden Zuschläge.

Daraus ist zu schlussfolgern, dass die Bahnsteigkante maximal 50 mm unter dem Schweller liegen darf. Dem ist der negative Extremfall entgegenzusetzen, indem der Schweller 50 mm unter der Bahnsteigkante zu liegen kommt. Das gilt aber nur für eine Normhöhe der Schiene, die sich im Betriebszustand nicht verändern darf und zumindest im Bereich der Haltestelle auch keinem Verschleiß unterliegen sollte.

Allein dieser Bezug auf Differenzen in der Höhenlage, die im praktischen Betrieb zusätzlich durch die Situation des Gleises beeinflusst wird, erschwert die absolut behindertengerechte Bedienung von Haltestellen in allen Situationen erheblich. Diese Problematik stellte in den vorhergehenden Generationen mit Hochbordfahrzeugen kein Problem dar. Es erscheint dringend geboten, dass sich die Fahrzeugindustrie dem nunmehr akuten Problem mit dem Angebot neuer innovativer Lösungen stellt.

Über die Wagenkastenbreite wird das Abstandsmaß von der Bordkante zur Gleis-

Tabelle 1: Grundmaße der Omnibusse

Typ	Türen	Länge (m)		Breite (m)	Reifen	Felge		Spur (mm)		Spur des äußeren Rades (mm)
		min	max			Stück	Typ	vorn	hinten	
Nf-Midibus	2	9,7	10,4	2,35 - 2,55	2	275/70 R22,5	7,5 x 22,5		1933	
					2	385/55 R22,5	11,75 x 22,5		1903	
Nf-Linienbus	2 - 3	12		2,55	2	275/70 R22,5	7,5 x 22,5		2076	
					4				1826	
Nf-Gelenklinienbus	3 - 5	18	18,75	2,55	2	275/70 R22,5	7,5 x 22,5		2076	
					8				1826	

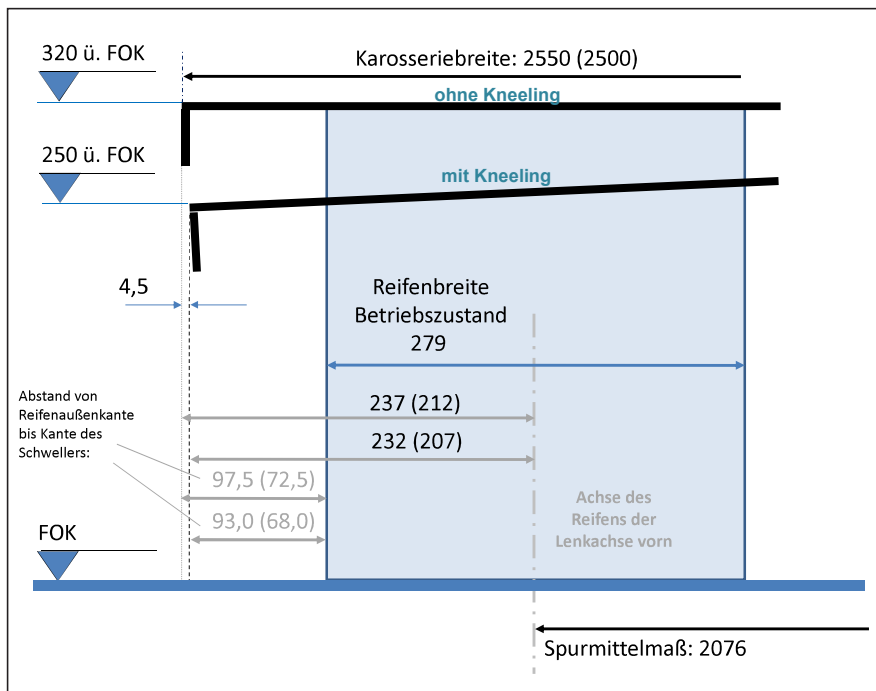


Bild 2: Beziehung des Schwellers der ersten Tür zur Reifenachse des gelenkten Rades und zur Fahrbahn mit und ohne Kneeling-Bedienung

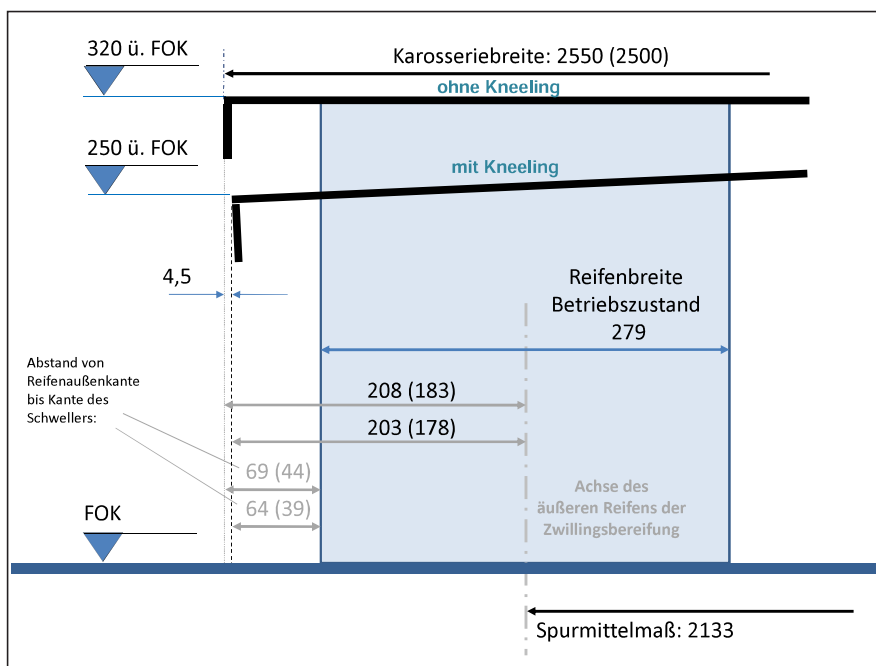


Bild 3: Beziehung des Schwellers einer Folgetür zur Reifenachse des äußeren Zwillingrades und zur Fahrbahn mit und ohne Kneeling-Bedienung

achse grob bestimmt. Das Feinmaß hängt ab vom Profilquerschnitt des Bordsteines und den zu erwartenden lateralen Bewegungen des Fahrzeugs. Als „Störglied“ sind allerdings dabei nach Außen aufschlagende Türen anzusehen.

Der Tatsache geschuldet, dass die Straßenbahntüren bei ihrer Betätigung überwiegend um bis zu 60 mm nach Außen schlagen und unterhalb der Tür sich noch ein tragender Teil des Wagenkastens bis

auf eine Höhe von mindestens 250 mm über SO befindet bringt mit sich, dass die Bordkante entweder grundsätzlich unterhalb des Wagenkastens liegen muss oder um eben das Maß des Ausschlages ergänzt durch einen Sicherheitsabstand in angepasster Höhe vor diesem. Eine Kombination beider Lösungen ist nur von Nutzen, wenn für Rollstuhlbenutzer ausschließlich die Rampe oder ein Hublift als Einstiegs- hilfe angeboten wird.

Kurioserweise verfügen einige neu präsentierte Niederflurfahrzeuge über eine solche Konstruktion, dass Drehgestelle oder deren Verkleidungen über die Karosserieumgrenzung ragen, was selbst die Annäherung des Schwellers an eine jegliche Bahnsteigkante verbietet.

Es ist bemerkenswert, dass die Hersteller moderner Niederflur-Straßenbahnfahrzeuge sich in Bezug auf die Konstruktion nur halbherzig auf die Belange der Behinderten einstellen. Sie achten, wenn überhaupt, nur auf Bewegungsfreiheit und Komfort innerhalb des Wagens und nicht im Hinblick auf einen problemlosen Fahrgastwechsel. Hinzu kommt, dass vom jeweiligen Betreiber nicht in ausreichendem Maße dementsprechende Forderungen gestellt werden. Ausschließlich die sich innerhalb der Fahrzeugumgrenzung bewegenden Türen oder ein Schweller-Vorsprung über die Außenhaut des Wagenkastens könnten ebenso gewaltige Vorteile bieten wie das Angebot einer Luftfederung.

1.3 Die Fahrbahn

Auch die denkbaren Einflüsse der Fahrbahn sind bei einer Bewertung der Sonderborde zu berücksichtigen. An dieser Stelle sei lediglich darauf verwiesen, dass sich in der Regel die mit einem Neubau geschaffene Situation über die Zeit verändern wird. Während für den Omnibus ein Abrieb oder die Verformung der Fahrbahnoberfläche als Verschleiß und ebenso Verschmutzungen zu berücksichtigen sind, übernimmt das Gleis zusätzlich in der Regel die Aufgabe einer Elastizität.

Wird nicht durch geeignete Maßnahmen Vorsorge getroffen, dass sich die Fahrzeughöhe in Bezug auf den fest fixierten Bord infolge verschiedenster Einflüsse annähernd konstant bleibt, gilt es die Wirkung mit den Bewegungen des Fahrzeuges abzugleichen.

2. Wertung von Bordlösungen

In den zurückliegenden Jahren wird eine rasante Entwicklung neuer oder modifizierter Sonderborde für den niederflurigen Omnibus allein oder in dessen Kombination mit der Niederflurstraßenbahn deutlich. Wenngleich sie sich alle in ihrer Grundgestalt und deren wesentlichen Parametern irgendwie gleichen, sind insofern sie für die barrierefreie Nutzung als qualifiziert gelten sollen, bei näherer Wertung auch

irrige Lösungen anzutreffen bis hin zur eklatanten Fehlentwicklung.

Insgesamt sind derzeit mehr als 25 Einzellösungen (Tabelle 2) anzutreffen. Während in den alten Bundesländern überwiegend die Urform – der **Kasseler Bord** – verwendet wird, fällt auf, dass einige größere Verkehrsunternehmen der neuen Bundesländer hiervon abweichende Eigenentwicklungen betrieben haben. Hierbei gilt es vor allem den „Dresdner Combibord“ zu erwähnen, den man ebenso in vielerlei Modifikationen auf den speziellen Fahrzeugbestand einzelner Unternehmen angepasst in immer mehr Städten vorfindet.

Während sich größere Verkehrsbetriebe schon lange auf die Verwendung eines bestimmten und möglicherweise selbst entwickelten Sonderbordes entschieden

haben, besteht in anderen Unternehmen noch immer Unklarheit über die zweckmäßigste Bauform. Mit diesem Beitrag soll den noch Unentschlossenen Hilfe bei der Auswahl ihrer Lösung gegeben werden. In diesem Zusammenhang sei jedoch dringend vor einer allzu pauschalen Übernahme bestimmter Lösungen gewarnt, denn jeder spezifische Bord ist einem bestimmten Fahrzeugbestand geschuldet und ist auf eine definierte Firmenphilosophie über das Maß der Annäherung sowie von Wartung und Pflege abgestimmt.

Nachstehend werden die bekanntesten und meistverwendeten Sonderborde näher beschrieben und einer sowohl fachlichen als auch unabhängigen Wertung unterzogen. In diesem Zusammenhang sei ausdrücklich vermerkt, dass es sich

hierbei, wenn nicht gesondert vermerkt, ausschließlich um die Ergebnisse von Untersuchungen sowie örtlicher Aufnahmen des Autors handelt, aus denen die hier dargestellten Einschätzungen abgeleitet sind. Die Angaben zur Gestalt und Bemaßung der Borde wurden freundlicherweise von den jeweiligen Herstellern bereitgestellt.

2.1 Kasseler Sonderbord

Der **Kasseler Bord** ist als der älteste Sonderbord der Neuzeit für Haltestellen des Omnibus bekannt. Er wurde bereits 1990 als elementarer Bestandteil des in der ersten Phase seiner Entwicklung befindlichen Niederflursystems des städtischen Personennahverkehrs unter maßgeblicher Beteiligung des Verkehrsunternehmens der

Tabelle 2: Untersuchung aller Sonderborde – Vergleich von Parametern der Sonderborde für Omnibus- und Straßenbahnhaltestellen (Alle Zahlenangaben in mm)

Typ	Bezeichnung	Höhe der Bordkante zu		Breite der Aufstandsfläche des Reifens	Breite der Auftrittsfläche	Neigung der Auftrittsfläche	Ausrundung der Flanke unten	Neigung der Bordflanke zur Fahrbahn *)
		Fahrbahn	Schiene					
Aachener Bord		180		65	300	0%	0	115
Berliner Combibord	BCB 21	210	(220)	0	300	0%	0	112
Dresdner Combibord	DDCB 18	180		≈ 250	300	0%	75	105
	DDCB 20	200		≈ 250	300	0%	75	105
	DDCB 21/22	210	220	≈ 250	300	0%	75	105
	DDCB 22 G	220		variabel	300	0%	0	105
	DDCB 23	230	230	≈ 250	300	0%	75	105
	DDCB23 Z	230	230	≈ 250	300	0%	75	105
Düsseldorfer Combibord	CB 25 D		250	50	120	0%	10	105
Eurobord		180		0	300	0%	0	114
Erfurter Busbord	EBB 18	180		310	300	0%	0	117
	EBB 21	210		310	300	0%	0	98
	EBB 24	240		310	300	0%	10	98
	EBS 21	210	220	310	300	0%	0	111
Frankfurter Sonderbord			200	0	470	1,3%	0	105
Hertener Bord		165		≈ 40	300	0%	15	115
Kasseler Bord	1.16	160		67	306	1,3%	75	105
	1.18	180		67	300	1,3%	75	105
	1.21	210		67	291	1,3%	75	105
	1.24	240		67	282	1,3%	75	105
	plus	220		67	226	1,3%	75	105
NIFLUX	DBGM	170		0	105	0%	0	114
Noppenbord	Standard	180		0	92	0%	0	114
	Halle	210		0	92	0%	0	108
	Rostock	180		0	62	0%	0	114
	Leipzig	180		0	92	0%	0	108
Niederflurbusbordstein	pebüso	170		0	70/100	0%	0	115
Potsdamer Sonderbord	A1-S	185		0	300	0%	0	106
Stuttgart Rail 180		180		≈ 250	300	0%	75	105

*) Gradangaben in Altgrad

Stadt Kassel entwickelt. Dieser Bordstein stellt zugleich den Klassiker aller Sonderborde dar, der sich bisher wohl als meist verwendeter Haltestellenbord in der Praxis vielfach bewährt hat.

Bezogen auf diesen Sonderbord erfolgen wegen seiner Vorbildfunktion hier beispielhaft grundsätzliche Betrachtungen zur Gestaltung und Funktion eines Bordes sowie seiner Gestaltungselemente. Dabei steht neben der betrieblichen Eignung die Frage der Funktionalität im Sinne der Behinderten im Vordergrund.

Der von PROFILBETON²⁾ angebotene Kasseler Bord (Bild 4) ist ein aus hochwertigem Beton gefertigter und in der äußeren Erscheinung sich fast weiß darstellender Formstein, der in seiner Grundform vor allem durch die gegebene Oberflächenentwässerung zur Fahrbahn hin und mittels der Flankenneigung von 105 Altgrad zur Fahrbahn zu charakterisieren ist, die sich wiederum aus einem Bogen von 75 mm Halbmesser aus der um 6,3 % quer geneigten Fahrbahnebene entwickelt. Die für das Basismodell mit einer Bordhöhe von 180 mm gewählte Tiefe seiner als Auftritt genutzten Oberfläche von 300 mm wurde vermutlich zum Vorbild für die Mehrzahl der nach ihm entwickelten Sonderbordsteine. Sie ist außerdem mit rautenförmigen Noppen versehen, womit sie rutschhemmend wird und den Blinden als Bodenindikator mit Warneffekt dient. Die helle Farbe unterstützt den Sehschwachen beim Erkennen des Gefahrenbereiches.

Der Hersteller hat die Systemhöhen von 160 mm, 180 mm und 210 mm im Regelangebot und ergänzt dieses Sortiment jeweils durch passende Rampensteine, Kurvensteine, Übergangsteine zu anderen Bordlösungen sowie eine Vielzahl von Anschlusssteinen. Auch wird als Zubehör ein zur Bordflanke passfähiges Entwässerungselement mit Seiteneinlauf angeboten.

Das Produkt ist ebenso für Haltestellen der Straßenbahn geeignet, insofern an diese aus der Sicht der Behinderten keine besonderen Anforderungen gestellt werden. Hierfür wird oft irritierender Weise die Höhe von 240 mm angegeben, die sich allerdings aus dem Profilstein von 210 mm Höhe ergibt, der wiederum in Kombination des Bordsteines mit einer von der Schiene bis zu ihm geneigten Fahrbahn für die Straßenbahn einen Höhenwert von 220 mm, und in extremen Lösungen bis zu 240 mm über der Schienenoberkante ermöglicht. In diesem Zusammenhang sei

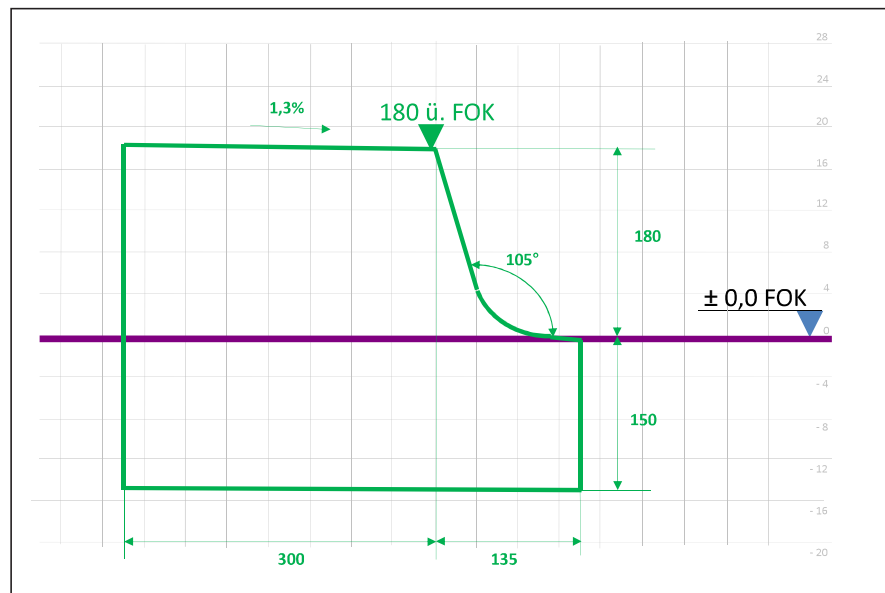


Bild 4: Kasseler Bord, Grundtyp

jedoch vermerkt, dass seit 2010 ein neuer Sonderbord in veränderter Profilierung mit der echten Bordhöhe von 220 mm über der Fahrbahnoberkante verfügbar ist, auf den später eingegangen wird.

Über die besondere Ausbildung der gesamten Profilflanke des Bordsteines wird eine „Anfahrhilfe“ vor dem Bord ermöglicht und zugleich sichergestellt, dass der Reifen des Omnibus bei einer parallelen Anfahrt den Formstein lediglich mit dem Profil seiner Lauffläche berührt, was einer gewissen Spurführung gleichkommt. Ein Kontakt der Flanke durch die Seitenwand des Reifens wird, abgesehen von einer Überlastung oder eines ungenügenden Reifeninnendruckes, bei dieser Normalfahrt quasi ausgeschlossen, womit auch kein „Radiereffekt“ entstehen kann. Bei konsequenter Verwendung des Kasseler Bordes an allen Haltestellen innerhalb eines Verkehrssystems kann somit das Verwenden der ansonsten empfehlenswerten teureren Sonderausführungen von Omnibusreifen mit verstärkter Seitenwand entfallen.

Diese vorteilhafte Situation bleibt selbst bis zu einem Bogeneinschlag der gelenkten Achse von ungefähr 20 Grad unverändert bestehen, insofern sich Ausgangs- oder Endpunkt der Kurvenfahrt in einer Parallellage zum Bord befindet und sich diese linear entwickelt.

Die Ausbildung des Bordes gestattet es, Haltestellen nicht nur in der Ausbauf orm als gestreckte Gerade sondern ebenso auch in einer leicht konvexen Bogengestaltung auszustatten. In der konkaven Ausbildung hingegen sollte das Verwenden des

Bordes ab einem individuell noch exakt zu ermittelnden Bogengrenzmaß generell vermieden werden, da es hier ansonsten unweigerlich zum Anlaufen des Reifens an der Bordflanke käme.

Der Kontakt des Reifens am Bord erfolgt wegen seines bestehenden Querschnittsprofils mit seinen unterschiedlichen Wölbungen und dem gestalteten Formstein idealisiert betrachtet als eine punktförmige Berührung im unteren Drittel des Bogens (Bild 5). Die dabei auftretenden Kräfte bewirken nicht nur eine senkrechte Belastung desselben sondern auch eine tangential gegen den Bord gerichtete. Daraus resultiert wegen der geringen Auflagefläche des Reifens von nur maximal 68 mm Breite, das sind etwa 30 % seiner Lauffläche, bei nicht regelgerechter Bauweise die Gefahr eines rückwärtigen Verschiebens des Formsteines. Diese Wirkung kann sich im Falle einer fehlenden Rückenstütze im Gesamtverband der Anlage schnell intensivieren.

Jegliches regelwidrige Anlenken des Bordes mit einem Lenkeinschlag von mehr als 20 Grad verschärft die vorbeschriebene Wirkung und kann zudem, wie in der Praxis schon beobachtet, im Extremen ein systematisches Zerstören der Haltestellenkante sowie der dahinter liegenden Wartefläche zur Folge haben.

Das Aufsteigen des Reifens am Formstein ist durch die gewählte Flankenneigung faktisch unmöglich, was Fahrversuche definitiv ergeben haben. Es ist jedoch bei Fehlverhalten des Fahrers auch

2) PROFILBETON GmbH Borken (Hessen).

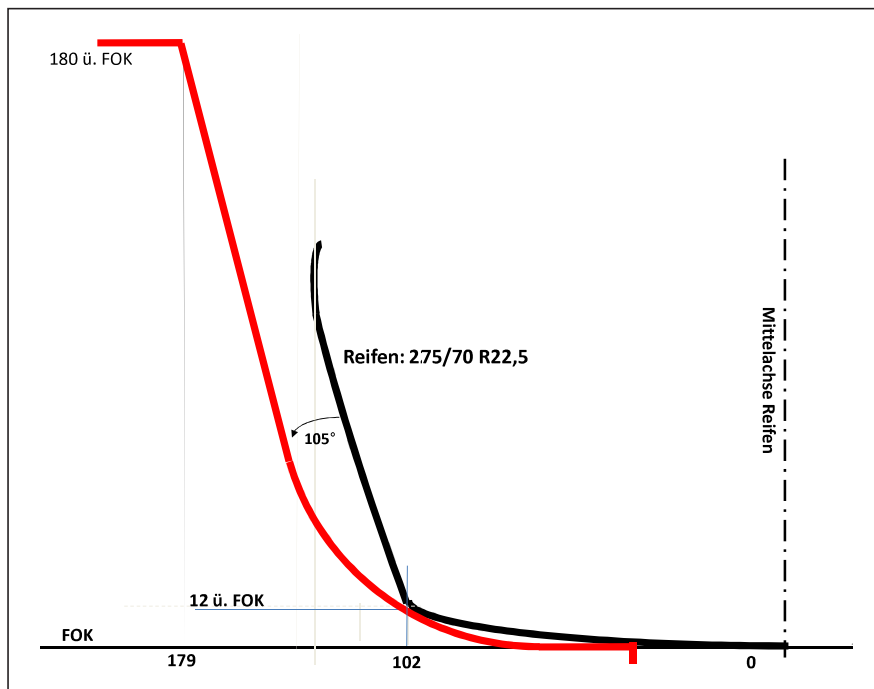


Bild 5: Reifen am Kasseler Sonderbord

nicht auszuschließen. Zum „Hochfahren“ kann es nämlich dann kommen, wenn bei einer im Bezug zum normalen Spurenverlauf falsch gewählten Geometrie der Bordkante in Verbindung mit stark absenkenden Rampensteinen ein rechter Reifen auf diese gelangt.

Über die Wahl der Fußausrundung wird für den Halt am Bord direkter Einfluss auf das Annähern des Wagenkastens an die Haltestellenkante bzw. dessen möglichen Überhang über diese genommen. In Kombination mit der Bordhöhe ergibt sich somit neben dieser das zweite Auswahlkriterium für die behindertengerechte Bedienung von Haltestellen.

So beträgt nach einer modellhaften Betrachtung der Überhang des Wagenkastens beim Einsatz eines nach den Rahmenempfehlungen des VDV gefertigten 2,55 m breiten Niederflur-Omnibus im Falle der „Spurfahrt“ für die 1. Tür im Regelfall im Ansatz der 210-er Bordhöhe ganze 44 mm. Ähnlich verhält es sich an der letzten Tür, wo der Wert nur noch 15 mm beträgt.

Bedingt durch die Höhe der Bordkante zur Oberkante der Fahrbahn zwischen 160 mm und 210 mm wird der Kasseler Bord eindeutig zum „Sonderbord“. Das ergibt sich nach den Regelwerken des Straßenverkehrs, wonach für eine Straße Borde nur maximale Höhen zwischen 80 mm und 150 mm aufweisen dürfen.

Der Höhenwert von **160 mm** stellt hierin einen Grenzwert dar, denn er wird daselbst noch als zulässiger Ausnahmefall gewer-

tet. Er erfordert in der Mehrzahl der Fälle jedoch den baulichen Übergang zur Regelhöhe, der hier wie auch bei allen anderen Bordhöhen durch den Einsatz von Rampensteinen gesichert werden kann.

Für Fahrzeuge des Überlandverkehrs und ebenso für Minibusse wie auch für Taxen ist die mit dem 160-er Bord gegebene Situation voll ausreichend. Er bietet zudem für Niederflurfahrzeuge im Stadtverkehr an der Fahrertür bei der Grundeinstellung von 320 mm über Fahrhahnoberkante eine gerade noch zu akzeptierende Resthöhe von 160 mm als vertikalen Spalt. Diese ist für Rollstuhlfahrer jedoch absolut ungenügend und erfordert im Falle einer nicht vorhandenen Kneeling-Einrichtung den zusätzlichen Einsatz einer Einstiegs- hilfe.

Der von dieser Bordlösung ausgehende Überhang eines Standardwagens beträgt maximal zwischen 20 mm und 49 mm bei normaler Reifenbelastung. Diese Werte reduzieren sich bei extremer Belastung oder unzureichendem Luftdruck jeweils um bis zu 10,5 mm. Der Überhang vermindert sich auch dann, wenn die Reifen den Bordstein noch nicht berühren oder vom Betreiber ein größerer Radstand gewählt wurde. Er erhöht sich hingegen in dem Fall, dass der Hersteller des Fahrzeugs die Wagenkastenbreite im Rahmen der zulässigen Toleranz über das Maß von 2,55 m hinaus produziert hat.

Bauhöhen eines Bordes über 180 mm sind im System des Straßen- und Fußgän-

gerverkehrs generell kritisch zu bewerten, da sie eine Gefahr bildende Konfliktsituation darstellen. Angesichts der höhenbezogenen Wechselbeziehung zwischen Omnibusauftritt und Haltestellenkante verbessern sich allerdings die vertikalen Spaltmaße; sie sind jedoch für einen gefahrlosen und behindertengerechten Fahrgastwechsel nicht immer ausreichend.

Der Höhenwert von **180 mm** überschreitet für den zum Bord auf- oder von diesem zum Fahrbahnniveau absteigenden Fußgänger bereits das zu akzeptierende Grenzmaß einer normalen Stufe. Diese Gefahrensituation wird vom Bord allein allerdings nicht ausreichend deutlich dargestellt. Für einige sonstige individuelle Straßenfahrzeuge geht durch seine ausgebildete Form bereits die Gefahr einer schädigenden Berührung aus.

Im Bereich der Haltestelle ist die 180-er Höhe für einen Überlandverkehr ohne besondere Anforderungen genügend. Im Stadtverkehr kann dieser Wert allerdings für Behinderte mit dem verbleibenden vertikalen Restspalt von mindestens 140 mm ohne Kneeling- und von 70 mm mit Kneeling-Bedienung nicht befriedigen, da erwiesenermaßen der Höhenversatz von 50 mm als Grenze anzusehen ist.

Das Maß des Überhangs des Standardwagens reduziert sich bei dieser Bordhöhe gegenüber des 160-er Bordes und beträgt maximal 23 mm bis 52 mm. Auch hier gilt bei Überbelastung des Reifens der vorbeschriebene Fakt einer Reduzierung.

Mit dem Höhenwert **210 mm** wird für Fußgänger die Gefahrengrenze eindeutig überschritten und diejenige für sonstige Straßenfahrzeuge voll erreicht. Der Einsatz dieses Bordes fordert deshalb vom Planer der Haltestellenausbildung die Sicherheit betreffend besondere Vorkehrungen.

Für einige Minibusse und für Taxen ist am 210-er Bord die zulässige Grenzhöhe überschritten. Niederflur-omnibussen des Stadtverkehrs wird hingegen mit dem Einsatz der Kneeling-Einrichtung durch die damit erreichte Höhendifferenz von nur noch 40 mm ein Restspalt angeboten, der als absolut behindertengerecht zu bewerten ist. Im Überlandverkehr entsteht je nach Omnibustyp und betrachteter Tür eine attraktive bis ausreichende Einstiegs- höhe von 90 mm bis 130 mm. Bei der Bordhöhe von 210 mm entsteht für den Standardwagen ein maximaler Überhang von 15 mm bis 44 mm. Da bei Spurfahrt durch das Überstreichen des Bordes auch kein horizontaler Spalt entsteht, sind

die Anforderungen der Behinderten voll erfüllt.

Aus Gründen der zulässigen Profilanutzung am Reifen und des Verschleißes der vom Bordstein unabhängigen Fahrbahnoberfläche oder einer Spurrillenbildung vor dem Bord kann sich in der Praxis die konstruktive Höhe des Bordes um ein Fehlmaß korrigieren. Allein der Fakt des Überhanges lässt deshalb für die Omnibushaltestelle eine weitere Steigerung des Höhenmaßes für den Kasseler Bord in der Standardausführung über den Wert von 210 mm nicht mehr zu, da hierdurch eine Kollision des Omnibusses im Falle der Kneeling-Bedienung auf dem Bordstein nicht auszuschließen ist. Außerdem würde sich hierdurch die Gefahr des Berührens der Radbefestigung an der Bordflanke entwickeln.

Nur der 210-er Bord eignet sich als einziger dieser Reihe im weitesten Sinne durch die Kombination mit einer vom Gleis zum Bord hin nach oben ansteigenden Fahrbahn für die Bedienung mit Niederflurfahrzeugen der Straßenbahn. Das resultiert aus der allgemein üblichen Schwellerhöhe im Bereich um die 300 mm über Schienenoberkante, womit der vertikale Spaltgrenzwert bei einem normal belasteten Neufahrzeug erreicht werden kann. Im Falle einer hohen Belastung und abgenutzter Radreifen sowie erschlaffter Federung reduziert sich die konstruktive Schwellerhöhe dieser Fahrzeuge um bis zu 80 mm, was einen negativen vertikalen Spalt zur Folge hat. Mit dieser niedrigen Fahrzeugstellung bewegt sich die Unterkante des Wagenkastens in den Profilbereich der Borflanke hinein.

Die sich zumeist nach Außen öffnenden Türen fordern fahrzeugbezogen einen horizontalen Spalt von mindestens 50 mm ein, der in den meisten Fällen noch größer sein muss. Verbleiben die Türen beim Öffnen und Schließen jedoch innerhalb der Fahrzeugumgrenzungslinie, kann dieses Spaltmaß noch minimiert werden.

Auf die in der Stadt Kassel eingesetzten Fahrzeugtypen der Straßenbahn ergibt sich wegen der Typenvielfalt an Niederflurwagen kein eindeutiges Bild. Es ist aber allgemein zu konstatieren, dass die erforderlichen Grenzwerte nur dann einzuhalten sind, wenn auf einen minimalen Verschleiß geachtet wird. In diesem Fall kann eine relativ dichte seitliche Annäherung unter 50 mm erreicht werden, was aber den Maximalwert von 60 mm im vertikalen Spalt bei leerem Neufahrzeug nicht aus-

schließt. Das frei verfügbare Höhenspiel beträgt nur runde 40 mm um mit Sicherheit eine Kollision der Türen auf dem Bordstein auszuschließen.

Das ideale Höhenmaß des Bordes wäre für den Omnibus theoretisch allerdings erst bei 250 mm erreicht, da die auf 320 mm Auftrittshöhe eingestellten Niederflur Omnibusse ihren Schweller durch das Bedienen der Kneeling-Einrichtung um 70 mm auf diesen Wert absenken. Der vertikale Spalt würde für den Omnibus in diesem Fall den Idealwert „Null“ einnehmen.

Gegen eine solche Lösung spricht allerdings der Überhang in Verbindung mit der Stärke des Schwellers. Der Überhang würde bei normalen Reifenbedingungen 30 mm betragen. Wenngleich rein mathematisch nur der Überhang zwischen 1 mm und 30 mm gefährdend erscheint, da dieser zwangsläufig zum Aufsetzen der Karosse auf dem Bord führt, kann auch eine Null-Alternative nicht zur Anwendung kommen. Das resultiert nicht zuletzt auch aus dem Fakt, dass jedes Fahrzeug in seiner Bewegung vielfältigen Auslagen und ebenso Toleranzen im Aufbau unterworfen ist.

Dem wird allerdings bei einer Korrektur der Bordkontur abgeholfen. Das beweist die neue Version, der **Kasseler Sonderbord plus**. Unter Beibehalt des Grundprofils des traditionellen Sonderbordes im unteren Bereich der Flanke ergibt sich hier infolge einer zusätzlichen oberen Ausrundung eine nach hinten versetzten Bordkante und damit eine größere Systemhöhe als 210 mm, die dann in der Regel 220 mm und in Ausnahmefällen 230 mm beträgt (Bild 6).

Mit diesem Novum werden drei positive Effekte vereint:

1. der Beibehalt der günstigen Anfahrbedingungen durch Übernahme der Bordflanke in allen Elementen,
2. das Reduzieren der Spaltmaße zwischen Schweller und Bordkante infolge deren Zurückziehung und
3. das Ausschließen der Kollisionsgefahr des Fahrzeugs am Bord bei einem steilen Anfahrwinkel.

In Bezug auf andere mit einer „Sicke“ ausgerüsteten Sonderborde entfällt bei der neuen Kasseler Lösung die Möglichkeit des halben Auftrittes für Fußgänger. Damit wird ein dort bestehendes Gefahrenpotenzial ausgeschlossen.

Das Berühren und Überstreichen der Bordkante durch den Wagenkasten wird mit dieser Lösung abgesehen von einer steilen Anfahr definitiv vermieden. Bei der 220-er Höhe gelangt die Unterkante des Fahrzeugs bei der Kneeling-Aktion in den Bereich des oberen Flankenbogens und befindet sich garantiert noch vor der eigentlichen Bordkante.

Aus einem Überhang des Schwellers beim Grundtyp ergibt sich hier bei Flankenberührung des Reifens je nach Reifensituation an der ersten Tür ein Abstand zur Bordkante zwischen 18 mm und 30 mm, der sich im Falle des Kneelings um weitere 5 mm auf einen Wert zwischen 23 mm und 35 mm erweitert. Dieses Angebot ergibt in Kombination mit dem vertikalen Spalt im Falle der Kneeling-Bedienung von 30 mm für den Niederflur Omnibus in Summe eine sehr akzeptable Lösung, die von anderen

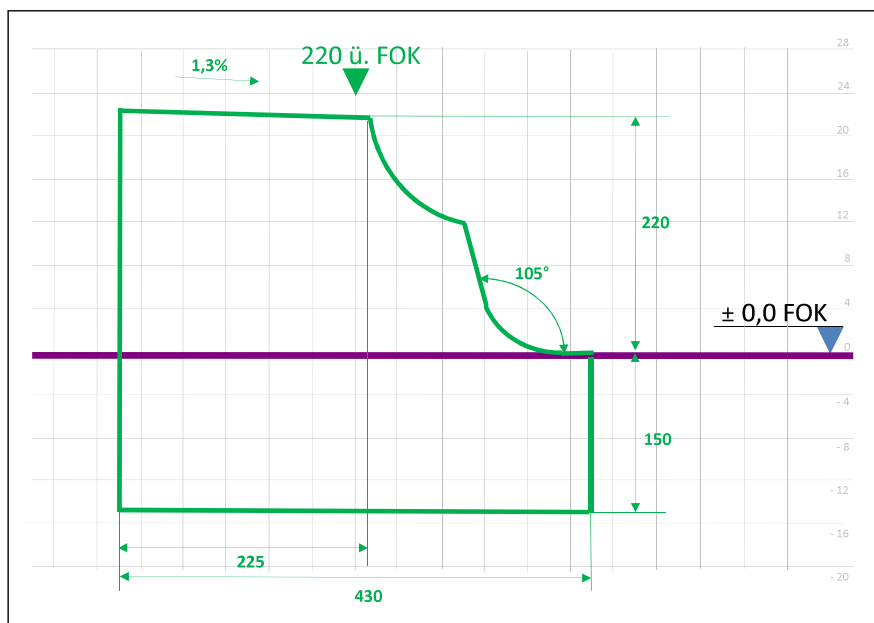


Bild 6: Kasseler Bord plus

Sonderborden nur schwer zu unterbieten ist.

Für den sehr oft in der Örtlichkeit gegebenen Fall, dass im Regel- oder Ausnahmebetrieb eine steile Anfahrt der Haltestelle notwendig wird, bestehen unter Nutzung des Liefersortimentes genügend Möglichkeiten, um einschlagbedingte Bordberührungen der Karosse definitiv zu vermeiden. Diesem Fakt wird in einem späteren Beitrag zum Thema Geometrie der Haltestellenanlage Aufmerksamkeit gewidmet.

Auch für eine Mitbenutzung durch die Straßenbahn bietet die neue Lösung u. U. weitere Vorteile aber noch keine idealen Bedingungen. Positiv macht sich hier die Höhe des Bordes bemerkbar, was zum Verzicht auf eine Fahrbahnanrampung führt.

In Summe ist der Kasseler Bord als Sonderbord für den Omnibus durchweg positiv zu bewerten. Er weist gegenüber den anderen bekannten Bordtypen wesentliche Vorteile auf. Eine individuelle Beurteilung des weltweit eingesetzten Sonderbordes zur Eignung für die Straßenbahn kann nur in

Verbindung mit dem jeweils eingesetzten speziellen Fahrzeugtyp erfolgen.

Abschließend sei erwähnt, dass von PROFILBETON auch eine Modifikation des Kasseler Bordes für den Taxibetrieb entwickelt wurde. Dieser **Taxibord** verfügt über eine dem Standard-Pkw angepasste Bordhöhe von 80 mm und weist mit seiner Flankenausbildung ebenso die vorteilhafte Funktion der Spurführung auf.

(Fortsetzung folgt)