

Bordsteinkanten mit einheitlicher Bordhöhe und Bodenindikatoren an Überquerungsstellen

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Verkehrstechnik Heft V 242

The logo consists of the word "bast" in a bold, lowercase, green sans-serif font. The letters are slightly shadowed, giving them a 3D appearance as if they are floating above a white surface.

Bordsteinkanten mit einheitlicher Bordhöhe und Bodenindikatoren an Überquerungsstellen

von

Dirk Boenke
Helmut Grossmann
Antonio Piazzolla

STUVA e. V.
Köln

Markus Rebstock

Fachhochschule Erfurt
Institut Verkehr und Raum

Gisela Herrnsdorf
Matthias Pfeil

ISUP - Ingenieurbüro für Systemberatung und Planung GmbH
Dresden

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Verkehrstechnik Heft V 242

bast

Die Bundesanstalt für Straßenwesen veröffentlicht ihre Arbeits- und Forschungsergebnisse in der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen**. Die Reihe besteht aus folgenden Unterreihen:

A - Allgemeines
B - Brücken- und Ingenieurbau
F - Fahrzeugtechnik
M - Mensch und Sicherheit
S - Straßenbau
V - Verkehrstechnik

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben.

Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Die Hefte der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen** können direkt bei der Carl Schünemann Verlag GmbH, Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen, Telefon: (04 21) 3 69 03 - 53, bezogen werden.

Über die Forschungsergebnisse und ihre Veröffentlichungen wird in der Regel in Kurzform im Informationsdienst **Forschung kompakt** berichtet. Dieser Dienst wird kostenlos angeboten; Interessenten wenden sich bitte an die Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Ab dem Jahrgang 2003 stehen die **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)** zum Teil als kostenfreier Download im elektronischen BASt-Archiv ELBA zur Verfügung.
<http://bast.opus.hbz-nrw.de>

Impressum

Bericht zum Forschungsprojekt : FE 77.0500/2010
Barrierefreie Querungsstellen an Hauptverkehrsstraßen –
Ausgestaltung von Bordsteinabsenkungen und
Bodenindikatoren im Detail

Fachbetreuung:
Benjamin Schreck

Herausgeber
Bundesanstalt für Straßenwesen
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach
Telefon: (0 22 04) 43 - 0
Telefax: (0 22 04) 43 - 674

Redaktion
Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit

Druck und Verlag
Fachverlag NW in der
Carl Schünemann Verlag GmbH
Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen
Telefon: (04 21) 3 69 03 - 53
Telefax: (04 21) 3 69 03 - 48
www.schuenemann-verlag.de

ISSN 0943-9331
ISBN 978-3-95606-109-7
Bergisch Gladbach, Oktober 2014

Kurzfassung – Abstract

Bordsteinkanten mit einheitlicher Bordhöhe und Bodenindikatoren an Überquerungsstellen

Das Ziel des Forschungsvorhabens war es festzustellen, welche Bordsteinformen für den Einsatz an Überquerungsstellen mit einer Einbauhöhe von 3 cm¹ sowie vorzugsweise zu verwendenden Bodenindikatoren aus Sicht unterschiedlicher Gruppen behinderter Menschen geeignet sind. Zunächst wurde eine umfangreiche Literaturanalyse nationaler und internationaler Literatur durchgeführt, um allgemeine Gestaltungsgrundsätze für barrierefreie Überquerungsstellen abzuleiten. Zusätzlich dazu sollte eine umfangreiche Befragung sehbehinderter Menschen zu ihren Erfahrungen bei der Mobilität im Straßenraum weiteren Aufschluss geben.

Auf Grundlage der Literaturanalyse und Befragung wurde im Rahmen der Untersuchungen ein mehrschichtiges Verfahren aus qualitativen und quantitativen sowie objektiven und subjektiven Methoden angewendet. Dieses sollte darüber Aufschluss geben, welche Bordsteinformen und Bodenindikatoren aus Sicht von blinden und sehbehinderten Menschen mit Langstock sowie der Nutzer von rollbaren Hilfsmitteln (Rollator, Rollstuhl) für einen Einbau an Überquerungsstellen bevorzugt werden.

Die Untersuchungsergebnisse bestätigten die Einbauhöhe von 3 cm als weiterhin brauchbaren Kompromiss, auch wenn sich mit dieser Einbauhöhe die unterschiedlichen Anforderungen von Rollstuhl- und Rollatornutzern einerseits sowie blinden und stark sehbehinderten Menschen andererseits nicht optimal erfüllen lassen. Allerdings konnten auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse Empfehlungen für eine im Rahmen des Kompromisses gut geeignete Bordsteinform an Überquerungsstellen abgeleitet werden. Die Messungen und Versuche mit unterschiedlichen Bodenindikatoren gaben Aufschluss darüber, welche Strukturen im Hinblick auf die Taktilität und die Überrollbarkeit an Überquerungsstellen grundsätzlich gut geeignet sind.

Es wurden grundlegende und detailliertere Empfehlungen für die Ausbildung und Anwendung der Bordsteine und Bodenindikatoren an Überquerungsstellen an Hauptverkehrsstraßen ausgearbeitet. Diese sollten in die Fortschreibung relevanter Regelwerke einfließen. Darüber hinaus konnte durch das Forschungsvorhaben zusätzlicher Forschungsbedarf für weitere Verbesserungsmöglichkeiten an Überquerungsstellen aufgezeigt werden.

Crossings with uniform kerb heights and tactile ground surface indicators

The aim of the research project was to identify which types of kerb were best suited for use at pedestrian crossing points with a height of 3cm² and determine which ground surface indicators were preferred by different groups of disabled people. The project began with an extensive analysis of literature published both in Germany and further afield, with a view establishing some general principles for designing barrier-free crossing points. More information was to be gathered through a comprehensive survey asking blind and visually-impaired people about their experiences with mobility in the street space.

The literature analysis and survey that were carried out as part of the research work were taken as a basis for a multi-layered approach that incorporated qualitative and quantitative methods and objective and subjective elements. This approach was to reveal the kerb types and ground surface indicators that blind and visually-impaired people with white canes and users of wheeled mobility aids (e.g. wheelchairs or walkers) would prefer to have installed at crossing points.

The research findings confirmed that a kerb installation height of 3cm continued to be a workable compromise, even though it did not fully meet the specific needs of wheelchair and walker users, nor those of blind and severely visually-impaired people. Nevertheless, the findings served as a foundation for recommendations on a suitable kerb design for crossing points, bearing in mind the compromise in terms of kerb height. Measurements and tests of the various ground surface indicators showed which structures would, in principle, be

¹ Eine Einbauhöhe (oder Auftrittshöhe) von 3 cm bedeutet, dass die Oberkante der Auftrittsfläche des Bordsteins 3 cm über dem Niveau der angrenzenden Fahrbahn liegt.

² An installation height (or step height) of 3 cm means that the upper edge of the kerb's treading surface is positioned 3 cm above the level of the adjacent road.

most appropriate for use at crossing points in view of their tactility and the ease of passing over them with a wheeled mobility aid.

General and specific recommendations were drawn up on the use and design of kerbs and ground surface indicators at pedestrian crossing points on main roads. These recommendations should be integrated into updated versions of regulations on the subject. The research project also highlighted the need for research into more ways of improving crossing points.

Inhalt

Vorbemerkung	9	4.1.2 „Untersuchungen unterschiedlicher Bodenindikatoren in Hamburg“	43
1 Problemstellung und Zielsetzung	9	4.1.3 „Minikreisel mit Blindenleitsystem“	45
2 Untersuchungsmethodik	10	4.1.4 „Tests von Bodenindikatoren durch blinde Menschen, Rollstuhl- und Rollatornutzer“	46
3 Analyse technischer Regelwerke und weiterer Publikationen	11	4.1.5 „Erfahrungen mit dem hessischen Leitfaden für barrierefreies Bauen“	47
3.1 Technische Regelwerke und Empfehlungen von Straßenbaulastträgern zur Gestaltung von Überquerungsstellen	12	4.1.6 „Tests von Noppenplatten in der Stadt Köln“	48
3.1.1 Nationale Regelwerke und Empfehlungen	12	4.2 International	49
3.1.2 Internationale Regelwerke	12	4.2.1 „Tactile Paving Survey“	49
3.2 Nationale und internationale Literatur	13	4.2.2 Vergleich von Bodenindikatoren in den USA und anderen Ländern	49
3.2.1 Nationale Fachpublikationen von Behörden, Fachplanern und aus der Wissenschaft	13	4.2.3 Unterscheidbarkeit von Bodenindikatoren mit Noppen- und Rippenstrukturen	52
3.2.2 Internationale Fachpublikationen von Behörden, Fachplanern und aus der Wissenschaft	24	4.2.4 Wahrnehmbarkeit von Bodenindikatoren	54
3.2.3 Empfehlungen der Interessensvertretungen von Menschen mit Behinderungen	30	4.2.5 Untersuchung ausgewählter Trennelemente zur Abgrenzung von Fußgängerbereichen im Sinne des „Shared-Space“-Prinzips	56
3.2.4 Weitere Anforderungen an Funktionalität sowie die Verkehrssicherheit von Überquerungsstellen	35	4.2.6 „Hindernisfreier Verkehrsraum – Anforderungen aus Sicht von Menschen mit Behinderung“	58
3.3 Ableitung von Grundsätzen bei der Gestaltung und Kategorisierung	38	4.2.7 Randsteinlabor – eine Teststrecke in Zürich	60
3.3.1 Ableitung von Gestaltungsgrundsätzen für Überquerungsstellen	38	4.3 Zusammenfassung der Analyse empirischer Untersuchungen Dritter	62
3.3.2 Differenzierung und Kategorisierung der Bau- und Gestaltungsformen von Überquerungsstellen	39	4.3.1 Bordsteine	62
4 Analyse empirischer Untersuchungen Dritter	42	4.3.2 Bodenindikatoren	62
4.1 National	42	4.4 Bedeutung Gesamtsystem Überquerungsstelle	63
4.1.1 „Beobachtungen an einer Kreuzung in Kassel“	42	5 Befragung blinder und sehbehinderter Menschen	64
		5.1 Anlass und Ziel der Erhebung	64
		5.2 Untersuchungsmethodik	64
		5.2.1 Expertengespräche zum Befragungsdesign	65

5.2.2	Pre-Test	65	6.5.1	Grundsätzliche Anmerkungen	92
5.3	Datenplausibilisierung und Datenwichtung	65	6.5.2	Aufbau der Teststrecke mit Bordsteinen.	93
5.3.1	Datenplausibilisierung.	65	6.5.3	Untersuchungsmethodik bei den Begehungen	94
5.3.2	Datenwichtung und Hochrechnung	66			
5.3.3	Wichtungsverfahren/-faktoren.	68	7	Ergebnisse der Untersuchung von Bordsteinkanten	95
5.4	Ergebnisse der Befragung	68	7.1	Ergebnisse der objektiven Messungen	95
5.4.1	Zeitliches Auftreten der Einschränkung	68	7.1.1	Überrollbarkeit von Bordsteinen – Kraftmessungen	95
5.4.2	Mobilitätsverhalten	68	7.1.2	Kraftbedarf in Abhängigkeit der Einbauhöhe.	97
5.4.3	Erfahrungen mit einem Mobilitätstraining.	70	7.1.3	Ertastbarkeit der Bordsteine mit dem Langstock	99
5.4.4	Angaben zur Hilfsmittelnutzung	71	7.2	Ergebnisse der subjektiven Erhebungen	99
5.4.5	Bedeutung von Orientierungshilfen im Straßenraum	71	7.2.1	Bewertung durch Probanden mit Behinderung	100
5.4.6	Individuelle Erfahrungen mit konkreten Überquerungsstellen	78	7.2.2	Bewertung der Vergleichsgruppe	103
5.4.7	Hindernisse bei der Überquerung von Straßen	79	7.3	Zusammenfassung der Ergebnisse Bordsteine.	104
5.5	Fazit der Befragung	79	7.3.1	Einbauhöhe.	104
6	Vorüberlegungen zu den objektiven und subjektiven Tests	81	7.3.2	Bordsteinkante	105
6.1	Auswahl der Elemente und Hilfsmittel für die Tests	81	8	Untersuchung von Bodenindikatoren	106
6.1.1	Auswahl von Bordsteinformen	81	8.1	Ergebnisse der objektiven Messungen	106
6.1.2	Überlegungen zur Variation der Einbauhöhe.	83	8.1.1	Erschütterungen beim Überrollen von Bodenindikatoren.	106
6.1.3	Auswahl von Bodenindikatoren	83	8.1.2	Taktilität von Bodenindikatoren beim Langstock	108
6.1.4	Auswahl der Hilfsmittel	84	8.2	Ergebnisse der subjektiven Erhebungen	108
6.2	Probanden	86	8.2.1	Probanden mit Behinderung.	109
6.2.1	Menschen mit Behinderungen	86	8.2.2	Vergleichsgruppe	111
6.2.2	Vergleichsgruppe	88	8.3	Zusammenfassung der Ergebnisse Bodenindikatoren	113
6.3	Methodik der Tests	88	8.3.1	Generelle Funktionalität	113
6.4	Entwicklung geeigneter Mess- systeme für die objektiven Messungen	89	8.3.2	Rippenstrukturen	113
6.4.1	Messungen am Bordstein.	89	8.3.3	Noppenstrukturen.	114
6.4.2	Messungen mit Bodenindikatoren	91			
6.5	Aufbau der Teststrecken und Methodik der Begehung	92			

9	Empfehlungen und Ausblick	114
9.1	Empfehlungen für die Gestaltung von barrierefreien Überquerungsstellen an Hauptverkehrsstraßen	114
9.1.1	Grundlage für die Empfehlungen	114
9.1.2	Grundsätzliche Anmerkungen zur Überquerungsstelle mit einheitlicher Bordhöhe	115
9.1.3	Empfehlungen zur Ausgestaltung der Bordsteinkante an Überquerungsstellen	116
9.1.4	Empfehlungen zur Ausbildung der Bodenindikatoren an Überquerungsstellen	116
9.2	Weiterer Forschungsbedarf	118
9.3	Weitergehende Empfehlungen	118
9.3.1	Orientierungs- und Mobilitätstraining	118
9.3.2	Weiterentwicklung und Verbesserung von Rollatoren und Rollstühlen	119
9.3.3	Weiterentwicklung von Bordsteinkanten	119
9.3.4	Verbesserung der Erkennbarkeit von Bodenindikatoren	119
9.3.5	Fachgerechte Gesamtplanung und Ausführung	119
9.4	Empfehlungen zur Fortschreibung der technischen Regelwerke	120
9.5	Resümee	121
10	Literatur	121

Anhang

Der Anhang zum Bericht ist im elektronischen BAST-Archiv ELBA unter

<http://bast.opus.hbz-nrw.de> abrufbar.

Vorbemerkung

Die Untersuchung wurde von der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) sowie einem forschungsbegleitenden Ausschuss mit Mitgliedern aus Gremien der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) betreut.

Begleitet wurde die Bearbeitung durch das Projekt „Schnittstelle Gehweg/Straße“ unter Federführung des Bundeskompetenzzentrums Barrierefreiheit (BKB). Die Zwischen- und Schlussergebnisse des Forschungsvorhabens wurden im November 2012 im Rahmen eines Fachforums im Hause der STUVA sowie im März 2013 während eines Workshops im Hause der BASt diskutiert. Teilnehmer waren – neben Auftraggeber und Auftragnehmer und dem forschungsbegleitenden Ausschuss – jeweils Menschen mit unterschiedlicher Behinderung, Interessenvertreter der Menschen mit Behinderung sowie Orientierungs- und Mobilitätslehrer für blinde und sehbehinderte Menschen sowie Rollatornutzer. Damit war die Teilnahme der Behindertenverbände an allen wesentlichen Schritten der Projektdurchführung gesichert. Für die konstruktiven Anregungen und Hinweise bedanken sich die Auftragnehmer bei allen Beteiligten.

Besonderer Dank gilt den Gemeinnützigen Werkstätten Köln (Standort Köln-Kalk) sowie dem Clarenbach-Stift. Hier hatten sich zahlreiche freiwillige Helfer gefunden, um die Durchführung des Projektes durch ihre Teilnahme aktiv zu unterstützen. Dank geht zudem an die Kölner Verkehrs-Betriebe AG, die mobile Rampen bereitstellte, um die Versuchsstrecken zugänglich zu machen.

In diesem Bericht erfolgt der besseren Lesbarkeit wegen keine geschlechtsneutrale Schreibweise. Die in dieser Arbeit gewählten Begriffe schließen jeweils alle Genderformen mit ein.

1 Problemstellung und Zielsetzung

Überquerungsstellen dienen Fußgängern und Radfahrern dazu, Fahrbahnen zu überqueren. Aus Sicht eines barrierefreien Fußgängerverkehrs können Überquerungsstellen als Lösung mit einheitlicher Bordhöhe („ein Bordstein für Alle“) oder mit differenzierten Bordhöhen („Doppelquerung“) errichtet werden. Bei der Ausführung mit differenzierten Bordhöhen gibt es zwei unterschiedliche Überquerungsbereiche: einen für blinde und sehbehinderte Menschen mit einer höheren Bordsteinkante sowie einen Bereich für Menschen mit rollenden Hilfsmitteln, in dem der Bordstein auf Fahrbahnniveau abgesenkt wird.

An den meisten Überquerungsstellen in deutschen Kommunen wird die Lösung mit einheitlicher Bordhöhe umgesetzt. Hier gilt die in der DIN 18024-1 Barrierefreies Bauen – Teil 1: Straßen, Plätze, Wege, öffentliche Verkehrs- und Grünanlagen sowie Spielplätze; Planungsgrundlagen³ und auch in den Richtlinien für Stadtstraßen (RASt 06) beschriebene Absenkung der Bordsteine auf eine Einbauhöhe von 3 cm (Auftritt) als Kompromiss zwischen den Anforderungen unterschiedlicher Gruppen mobilitätseingeschränkter Menschen (vgl. Norm DIN 18024-1: 1998-01, S. 4, und FGSV 2007, S. 87). Blinde und sehbehinderte Menschen mit Langstock benötigen eine eindeutig ertastbare Kante, gehbehinderte Menschen mit rollbaren Hilfsmitteln (Rollstuhl und Rollator) bevorzugen einen stufenlosen Übergang zwischen Gehweg und Fahrbahn.

Weiterhin besteht der beschriebene Zielkonflikt bei der Ausgestaltung der 3-cm-Bordsteinkante teils im Detail. Nutzende eines Langstocks bevorzugen eine möglichst scharfkantige Ausbildung der Kante, da diese mit dem Langstock besser zu ertasten sei. Menschen mit Rollstühlen oder Rollatoren bevorzugen hingegen abgerundete Kanten, da diese leichter zu überwinden seien. Empirisch ausreichend belegte Daten zu Aussagen über die optimale Ausgestaltung (Ausrundung und Neigung) einer Bordsteinkante bei einer Einbauhöhe von 3 cm wurden bisher allerdings nicht erhoben.

³ Die Norm gilt für die Planung, Ausführung und Ausstattung von Straßen, Plätzen, Wegen, öffentlichen Verkehrsanlagen und öffentlich zugänglichen Grünanlagen sowie für Zugänge zu öffentlichen Verkehrsmitteln und Spielplätzen.

Durch den zunehmenden Anteil älterer Menschen und den damit einhergehenden Anstieg der Anzahl von Nutzern rollbarer Gehhilfen (Rollatoren) sowie sehbehinderter Menschen wächst die Gruppe der Personen, die Kanten von 3 cm evtl. nur mit Schwierigkeiten überwinden bzw. diese nur mit Schwierigkeiten erkennen können. Die Probleme von Rollstuhl- und Rollatornutzern führten an Überquerungsstellen mit einheitlicher Bordhöhe in einigen Städten teilweise zu Bordsteinabsenkungen mit weniger als 3 cm Auftritt, teils auch ohne weitere Sicherungsmaßnahmen für blinde und sehbehinderte Menschen. Dieses Vorgehen widerspricht allerdings den Anforderungen an den oben beschriebenen Kompromiss und kann zur Verringerung der objektiven und subjektiven Sicherheit bei blinden und sehbehinderten Menschen führen. Sicherheitsbedenken werden dahingehend geäußert, dass eine Einbauhöhe von lediglich 3 cm bereits an der Untergrenze der Wahrnehmbarkeit mit dem Langstock liege; zumal die tatsächliche Höhe des geforderten Maßes durch Einbautoleranzen und zusätzlich durch Schmutzansammlungen in der Rinne in der Praxis oftmals noch unterschritten wird (vgl. REBSTOCK et al. 2010, S. 15, und BÖHRINGER 2010).

In neuerer Zeit werden vermehrt Überquerungsstellen mit differenzierter Bordhöhe eingerichtet (vgl. FGSV 2009, FGSV 2011). Diese sollen den o. g. Zielkonflikt vermeiden, indem sie mit einer partiellen Absenkung auf Fahrbahnniveau den Belangen gehbehinderter Menschen entgegenkommen und gleichzeitig die Ertastbarkeit für Nutzende eines Langstocks durch einen Bereich mit einem erhöhten Auftritt von mindestens 6 cm verbessern. Die Hauptschwierigkeit stellt dabei, neben der Sicherstellung der Entwässerung und der Festlegung einer aus Verkehrssicherheitsgründen für blinde und sehbehinderte Menschen verträglichen Breite der Absenkung, die taktile und visuelle Absicherung des abgesenkten Bereichs dar. Die Absicherung erfolgt derzeit üblicherweise mittels Bodenindikatoren (Sperrfeld gemäß DIN 32984), um ein unbeabsichtigtes Betreten der Fahrbahn durch blinde und sehbehinderte Menschen zu verhindern. Die strukturierte Fläche beeinträchtigt jedoch wiederum möglicherweise die Überrollbarkeit durch Rollatoren oder Rollstühle, die an genau dieser Stelle den Gehweg verlassen oder betreten sollen.

Neben der Verhinderung eines ungewollten Betretens der Fahrbahn durch den Einbau eines Sperrfeldes können taktile wahrnehmbare Bodenstrukturen blinden und sehbehinderten Menschen in be-

stimmten Situationen eine Hilfe bei der Orientierung im Straßenraum sein, z. B. um eine Überquerungsstelle auffinden zu können (Auffindestreifen). Da diese über die gesamte Breite des Gehwegs verlegt werden, entsteht aber wiederum der o. g. Zielkonflikt bezüglich der Taktilität und Überrollbarkeit.

Weiterhin könnte von den ertastbaren Bodenstrukturen, die meistens talbündig (d. h. über die Gehwegoberfläche hinausragend) eingebaut werden, ggf. eine Stolpergefahr für andere Fußgänger ausgehen. Insgesamt ist zur Ausbildung der Bordsteinkante an Überquerungsstellen mit einem Auftritt von 3 cm sowie zu den Wechselwirkungen von Bodenindikator-basierten Strukturen bisher lediglich eine geringe Anzahl von Einzeluntersuchungen mit jeweils wenigen Probanden durchgeführt worden. Objektive, belastbare Aussagen fehlen.

Die verschiedenen methodischen Ansätze im Rahmen dieser Untersuchung sollten Aufschluss darüber bringen, ob die Einbauhöhe von 3 cm aus Sicht von Menschen mit Behinderung die Anforderungen der verschiedenen Gruppen erfüllt und welche Bordsteinform an einer Überquerungsstelle mit einheitlicher Bordhöhe dafür am besten geeignet ist. Zudem war zu ermitteln, welche Bodenindikator-Strukturen sowohl von blinden und sehbehinderten Menschen mit Langstock als auch von Nutzern rollbarer Hilfsmittel für den Einbau im Straßenraum bevorzugt bzw. akzeptiert werden.

2 Untersuchungsmethodik

Zur Erfüllung der Aufgabenstellung wurden Verfahren aus unterschiedlichen qualitativen und quantitativen Analysen sowie objektiven und subjektiven Methoden angewendet.

Ausgangspunkt der Gesamtuntersuchung bildete eine Analyse nationaler und internationaler Literatur, in der die barrierefreie Gestaltung von Überquerungsstellen thematisiert wird. Dabei wurden technische Regelwerke ebenso betrachtet wie Empfehlungen von Straßenbaulasträgern, Empfehlungen von Verbänden bzw. Vertretern von Menschen mit Behinderungen sowie Forschungsvorhaben bzw. empirische Untersuchungen Dritter.

Die verschiedenen Quellen dienten dazu, zunächst allgemeine Gestaltungsgrundsätze für barrierefreie Überquerungsstellen abzuleiten. Dazu wurden die dokumentierten Bau- und Gestaltungsformen von

Bordsteinkanten für abgesenkte Auftritte sowie die Funktionen von Bodenindikatoren an Überquerungsstellen ausgewertet und kategorisiert.

Neben dieser Analyse konnte mit Unterstützung des Deutschen Blinden- und Sehbehindertenverbands (DBSV) eine Befragung von 1.384 blinden und sehbehinderten Menschen zu ihren Erfahrungen bei der Mobilität im Straßenraum durchgeführt werden. Die Befragung diente dem Zweck, belastbare Aussagen zur individuellen Mobilität und Orientierung blinder und sehbehinderter Menschen zu erhalten. Dabei wurden auch die Erfahrungen der Befragten bezüglich Bordsteinkanten und Bodenindikatoren an Überquerungsstellen abgefragt.

An die Literaturanalyse und Befragung schlossen sich verschiedene Untersuchungen von Bordsteinkanten und Bodenindikatoren an. Dafür wurden die Elemente zunächst mittels objektiver Messmethoden untersucht. Ermittelt wurden

- der Kraftaufwand, der zum Überwinden unterschiedlich hoher und geometrisch verschieden geformter Bordsteinkanten notwendig ist,
- der taktile Widerstand, der mit unterschiedlichen Langstockspitzen an diesen Bordsteinkanten auftritt (taktile Wahrnehmbarkeit),
- die Erschütterungen, die beim Überrollen verschiedener Bodenindikatoren auftreten, sowie
- die taktile Rückmeldung am Langstock beim Überstreichen dieser Bodenindikatorstrukturen.

Abschließend wurden auf zwei Teststrecken jeweils Bordsteinkanten und Bodenindikatoren eingebaut, die sich in ihrer Gestaltung an den Vorgaben der jeweiligen DIN-Normen orientierten. In die Bordsteinstrecke wurde zusätzlich eine Rampe integriert. Diese Strecken wurden zunächst von Menschen mit unterschiedlichen Einschränkungen, ggf. unter Zuhilfenahme ihres persönlichen Hilfsmittels, begangen und bewertet. Als Vergleichsgruppe bewerteten Menschen ohne Einschränkungen ebenfalls die Überrollbarkeit bzw. Ertastbarkeit der eingebauten Elemente. Dabei benutzen auch sie entweder Rollstuhl, Rollator oder Langstock. Die beiden Gruppen gaben ihren subjektiven Eindrücken über die Schwierigkeiten oder Funktionalität durch eine Benotung Ausdruck.

Die Ergebnisse dieser methodisch breit gestreuten Untersuchungsansätze führten abschließend zu

Empfehlungen, welche Bordsteinformen sowie Bodenindikatoren zukünftig zur Verbesserung der Barrierefreiheit an Überquerungsstellen an Hauptverkehrsstraßen beitragen können.

Die Untersuchung wurde über die gesamte Laufzeit seitens des Bundeskompetenzzentrums Barrierefreiheit e. V. (BKB) begleitet.⁴ Für das BKB waren Vertreter des Deutschen Blinden- und Sehbehindertenverbands e. V. (DBSV) sowie des Sozialverbands VdK Deutschland e. V. fortlaufend in die Prozesse eingebunden. Zur Rückkopplung mit den Menschen mit Behinderung und ihren Vertretern wurden zudem ein Fachforum sowie ein Workshop durchgeführt, auf denen jeweils Methodik und Ergebnisse präsentiert wurden. Dabei waren die für die Aufgabenstellung besonders relevanten Gruppen vertreten.

3 Analyse technischer Regelwerke und weiterer Publikationen

Die Analyse einschlägiger Regelwerke und Publikationen zur Thematik „Überquerungsstellengestaltung“ (Bordsteine und Bodenindikatoren) folgt dem in Bild 1 dargestellten Schema. Zentrale Forschungsaufgabe ist die Identifikation von Anforderungen blinder und sehbehinderter sowie gehbehinderter Menschen in Bezug zur Überquerung von Fahrbahnen. Diesbezüglich ist zu unterscheiden in Regelwerke (vgl. Kapitel 3.1), in denen Aussagen zur Detailgestaltung von Überquerungsstellen zu erwarten sind, und in sonstige Publikationen (vgl. Kapitel 3.2 und 3.2.3). In Letzteren sind eher allgemeine Feststellungen zu den Anforderungen von Menschen mit Behinderungen an Überquerungsstellen von Fahrbahnen enthalten. Daneben werden Überquerungsstellen im Hinblick auf deren Anforderungen an die Funktionalität sowie die Verkehrssicherheit z. B. aus Sicht von Kindern, Senioren und Radfahrern unter besonderer Berücksichtigung von Bordabsenkungen und Bodenindikatoren dargestellt.

⁴ Das BKB (bzw. die vom BKB benannten Vertreter) beteiligte sich über das vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) finanzierte Projekt „Schnittstelle Gehweg/Straße“ an der Bearbeitung dieses Forschungsvorhabens.

3.1 Technische Regelwerke und Empfehlungen von Straßenbaulastträgern zur Gestaltung von Überquerungsstellen

Die Analyse der technischen Regelwerke und der Empfehlungen von Straßenbaulastträgern wurde gemäß Bild 1 durchgeführt. Folgende in Kapitel 3.1.1 genannten Regelwerke und Empfehlungen wurden berücksichtigt:

3.1.1 Nationale Regelwerke und Empfehlungen

- Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen (RASt 06) der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV 2007).
- DIN 32984 (Norm DIN 32984:2011-10).
- Hinweise für barrierefreie Verkehrsanlagen (H BVA) der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV 2011).
- Leitfaden Barrierefreiheit im Straßenraum, Nordrhein-Westfalen (Straßen NRW 2012).
- Leitfaden Unbehinderte Mobilität Hessen (Hessische Straßen- und Verkehrsverwaltung 2006).
- Ausführungsvorschriften zu § 7 des Berliner Straßengesetzes über Geh- und Radwege (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin 2008).
- Richtlinie zur barrierefreien Gestaltung baulicher Anlagen des öffentlichen Verkehrsraums, öffentlicher Grünanlagen und öffentlicher Spiel- und Sportstätten (Senat der Freien Hansestadt Bremen, 2008).

- Regelbauweisen zum barrierefreien Bauen im öffentlichen Verkehrsraum und an Haltestellen (Stadt Chemnitz, 2007).
- Straßenplanung blindengerecht, Leitfaden für Planende und Bauende, Stuttgart (GASS et al. 2008).

3.1.2 Internationale Regelwerke

- BS 7997: 2003 Products for tactile paving surface indicators – Specification (BS 7997, 2003).
- DIN EN 15209 Spezifikation für taktile Bodenindikatoren (Norm DIN EN 15209:2005).
- Draft Australian and New Zealand Standard: Design for access and mobility, Part 4.1: Tactile indicators (Standards Australia Committee ME-064, 2004).
- Guidance on the use of tactile paving surfaces (Department for Transport – Mobility and Inclusion Unit, o. J.).
- Draft International Standard ISO/DIS 23599 Assistive products for persons with vision impairment – Tactile walking surface indicators (Draft International Standard ISO/DIS 23599, 2010).
- ISO/FDIS 21542 Building construction – Accessibility and usability of the built environment – final draft (ISO/FDIS 21542, 2011).
- JIS T 9251:2001 Dimensions and patterns of raised parts of tactile ground surface indicators for blind persons (JIS T 9251, 2001).

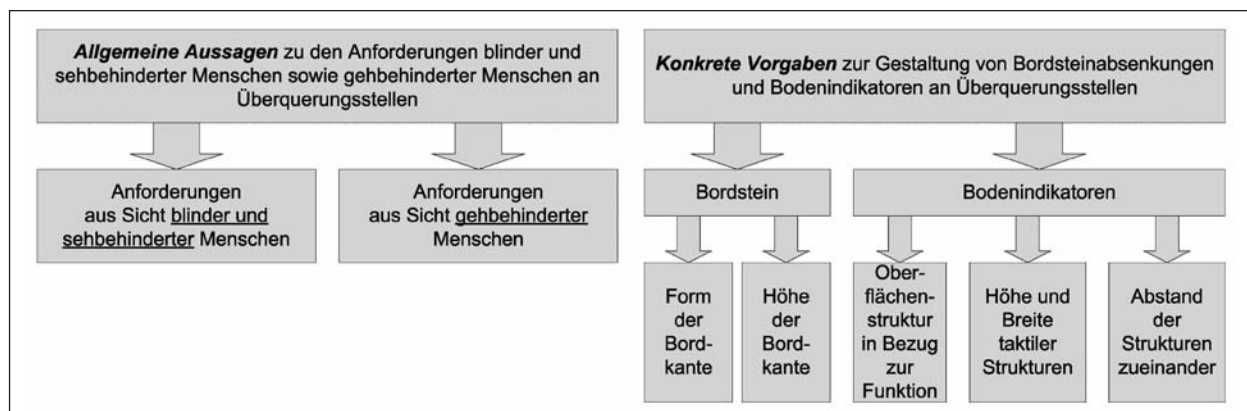


Bild 1: Schema für die Regelwerks- und Literaturanalyse

- Merkblatt 14/05 – Leitliniensystem Schweiz (Schweizerische Fachstelle für behindertengerechtes Bauen, 2005).
- Merkblatt 16/07 – Randabschlüsse (Schweizerische Fachstelle für behindertengerechtes Bauen, 2007).
- ÖNORM B1600: Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen (ÖNORM B 1600, 2005).
- ÖNORM V 2102-1: Technische Hilfen für sehbehinderte und blinde Menschen – Taktile Bodeninformationen (ÖNORM V 2102-1, 2003).

Anhang A zeigt eine tabellarische Gegenüberstellung der zentralen Struktur- und Maßvorgaben der analysierten Regelwerke zum Thema Bordsteinabsenkungen und Bodenindikatoren an Überquerungsstellen.

Eine Einzelübersicht der Vorgaben aller analysierten nationalen und internationalen Regelwerke zum Thema Bordsteinabsenkungen und Bodenindikatoren an Überquerungsstellen ist in Anhang B dargestellt, eine vergleichende Bewertung auch unter Berücksichtigung der Erkenntnisse aus Kapitel 3.2 findet sich in Kapitel 3.3.

3.2 Nationale und internationale Literatur

Zahlreiche nationale und internationale Literatur beschäftigt sich mit den Themen „Überquerungsgestaltung (Bordabsenkung, Bordsteinform)“ und „Bodenindikatoren an Überquerungsstellen“. Der Fokus der folgenden Analyse liegt auf der Berücksichtigung der Anforderungen blinder und sehbehinderter Menschen sowie gehbehinderter Menschen in Bezug zur Überquerung von Fahrbahnen. Die Analyse folgt dem in Bild 1 aufgeführten Schema. Da die untersuchten Quellen die Themen Bordsteinhöhe und Bodenindikatoren an Überquerungsstellen i. d. R. gemeinsam abhandeln, wird zur Vermeidung von Redundanzen keine diesbezügliche Untergliederung vorgenommen, sondern nach den Quellen gegliedert.

3.2.1 Nationale Fachpublikationen von Behörden, Fachplanern und aus der Wissenschaft

Die Analyse nationaler Literatur zum Thema Barrierefreiheit und Überquerungsstellen beschränkt sich

auf Fachpublikationen von öffentlichen Stellen, Fachplanern und aus der Wissenschaft. Veröffentlichungen von Seiten der deutschen Selbsthilfevereinigungen von Menschen mit Behinderungen werden in Kapitel 3.2.3 behandelt.

„Barrierefreies Bauen“

Das Planungshandbuch stellt in Bezug zu Bordabsenkungen an Überquerungsstellen fest, dass „die Absätze zur Fahrbahn [...] nicht höher als 3 cm für Rollstuhlbenutzer und nicht weniger als 3 cm für Blinde ausgeführt werden [sollen]“ (DETTBARN-REGGENTIN 2008, S. 54).

„Barrierefreie Gehwege“

Die Publikation weist auf die Problematik hin, den Kompromiss zwischen Rollstuhlnutzern und sehgeschädigten Menschen von 3 cm aufzulösen. So dient die Absenkung der Bordsteine an Überquerungsstellen auf Fahrbahnniveau zwar der Bequemlichkeit von Rollstuhlnutzern, kann aber für sehgeschädigte Menschen „zu lebensgefährlichen Situationen [führen], wenn sie unbeabsichtigt vom relativ sicheren Gehweg auf die Fahrbahn gelangen können“ (WÜSTERMANN 2007, S. 13). Eine gemeinsame Führung von sehgeschädigten und gehbehinderten Menschen über eine Absenkung bis auf Fahrbahnniveau wird grundsätzlich nicht befürwortet. Ebenso wird in Bezug auf Bodenindikatoren kritisch darauf hingewiesen, dass spezielle Formsteine, die patentiert sind, nicht in Normen integriert werden dürfen, unabhängig davon, ob diese eine hohe Tauglichkeit besitzen oder nicht (WÜSTERMANN 2007, S. 11 ff.).

„Barrierefreie Gestaltung von kleinen und Mini-Kreisverkehrsplätzen“

Die Publikation behandelt Kreisverkehrsplätze mit Fußgängerüberwegen und Führung des Radverkehrs im Mischverkehr auf der Fahrbahn. Es wird gefordert, an Überquerungsstellen „die Bordsteinkanten der Gehwege und Fahrbahnteiler [...] über die gesamte Furtbreite auf 3 cm abzusenken (maximale Toleranz 10 %) sowie optisch kontrastreich zum Geh- und Fahrbahnbelag zu markieren“ (REBSTOCK 2005a, S. 8). Zusätzlich sollten vor der Überquerungsstelle Richtungsfelder mit Ausrichtung der Rippen in Gehrichtung der Überquerungsstelle mit einer Tiefe von 90 cm über die gesamte Überquerungsstellenbreite verlegt wer-

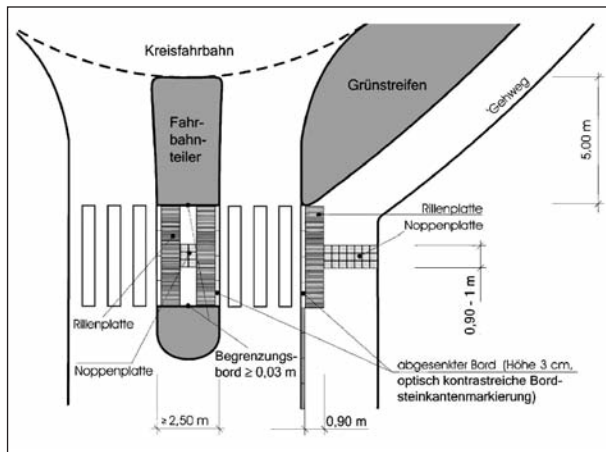


Bild 2: Gestaltungsstandards für barrierefreie Fußgängerüberwege an Kreisverkehrsplätzen (REBSTOCK 2005a, S. 9)

den. Daneben ist ein Auffindestreifen in Noppenprofil quer über die gesamte Gehwegbreite in einer Tiefe zwischen 90 cm und 100 cm vorzusehen, wobei der Auffindestreifen rechtwinklig auf die Mitte des Richtungsfeldes zuläuft (vgl. Bild 2).

„Barrierefreie Gestaltung von Straßenquerungen“

Der Text, eingebettet in den Schlussbericht des Forschungsprojektes „BehindertenGleichstellung im Nahverkehr“ (BeGiN; vgl. GATHER et al. 2006), thematisiert in Bezug zu barrierefreien Überquerungsstellen neben der Standardlösung einer Absenkung der Bordkante auf 3 cm sowie der Anordnung von Bodenindikatoren auch die zum damaligen Zeitpunkt aufgekommene Diskussion um Bordabsenkungen bis auf Fahrbahnniveau. Dabei wird zunächst festgestellt, dass Überquerungsstellen „immer wieder ein Problem insbesondere für Menschen mit Mobilitätseinschränkungen dar[stellen], sei es, dass z. B. die Bordsteine an Querungen nicht abgesenkt wurden und dadurch für viele Rollstuhlnutzer eine unüberwindliche Barriere existiert oder dass die eigenständige Querung für blinde Verkehrsteilnehmer aufgrund fehlender akustischer Zusatzeinrichtungen an Lichtsignalanlagen verunmöglicht wird. In Bezug zur konkreten Ausgestaltung barrierefreier Straßenquerungen existieren grundsätzliche planerische Zielkonflikte insofern, als dass die Nutzer in Abhängigkeit ihrer Fähigkeiten von sehr unterschiedlichen Barrieren betroffen sein können. So vermag z. B. die o. g. hohe Bordsteinkante für Rollstuhlnutzer ein unüberwindliches Hindernis bedeuten, für blinde und sehbehinderte Menschen dient die Kante hingegen als wichtige Orientie-



Bild 3: Varianz von Bodenindikatoren an Überquerungsstellen in Deutschland – Beispiele (GATHER et al. 2006, S. 230)

rungshilfe, da diese genutzt werden kann, um mit dem Langstock dem Straßenverlauf zu folgen bzw. bei einer Straßenüberquerung die Anzahl der zu kreuzenden Querstraßen eindeutiger wahrzunehmen“ (GATHER et al. 2006, S. 228).

Einer Darstellung der Anforderungen an Bodenindikatoren nach der DIN 32984 2000 folgt die Feststellung, dass sich die Norm in ihrer damaligen Form als Leitfaden für die Gestaltung von Überquerungsstellen in der Praxis nicht durchsetzen konnte und dadurch in Deutschland eine enorme Vielfalt von Bodenindikatoren an Überquerungsstellen herrscht (vgl. Bild 3).

Als Standardlösung für barrierefreie niveaugleiche Fußgängerüberquerungsstellen mit Fußgängerüberweg oder Lichtsignalanlage werfen die Absenkung der Bordsteine auf möglichst exakt 3 cm Einbauhöhe sowie die Ausstattung mit Bodenindikatoren gemäß Bild 2 propagiert. Daneben wurde eine Versuchslösung für eine Überquerungsstelle mit

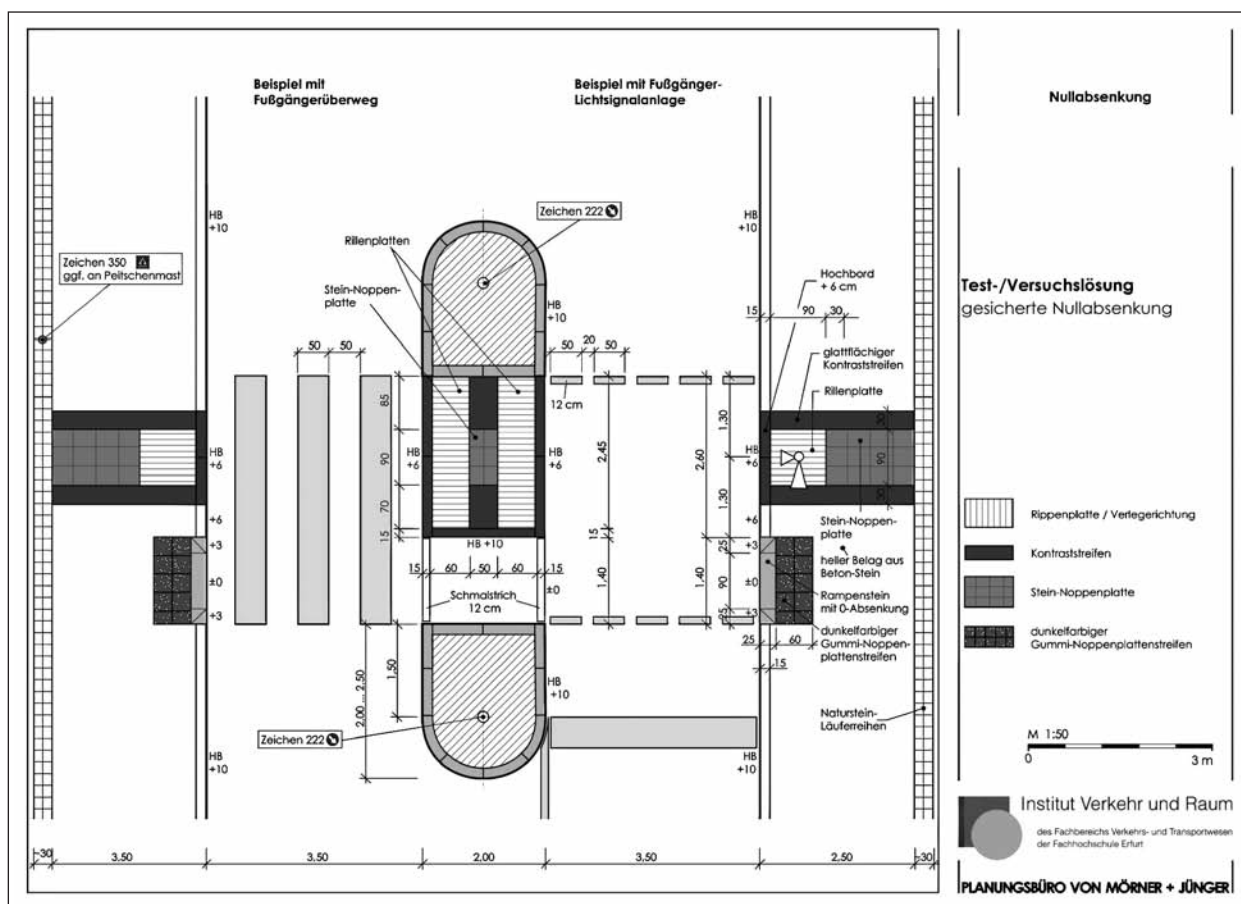


Bild 4: Versuchslösung Überquerungsstelle mit differenzierten Bordhöhen (GATHER et al. 2006, S. 236)

differenzierten Bordhöhen entwickelt, die neben einer 90 cm breiten Absenkung auf Fahrbahnniveau, die mit einem 60 cm tiefen Sperrfeld aus Gumminoppenplatten abgesichert ist, auch einen auf 6 cm erhöhten Bereich vorsieht, welcher mittels Auffindestreifen in Noppenprofil sowie Richtungsfeld in Rippenprofil die Überquerung für sehgeschädigte Menschen ermöglicht (vgl. Bild 4).

Abschließend wird auf die Komplexität und den erhöhten Aufwand, der durch die Teilung der Überquerungsstelle mit differenzierten Bordhöhen entsteht, hingewiesen und konstatiert, dass „diese Lösung den Praxistest erst noch bestehen muss. Nur wenn die praktische Anwendung zeigt, dass der erhöhte Aufwand auch einen nachweislich höheren Nutzen für alle Verkehrsteilnehmer hat, könnte diese Lösung für Standorte empfohlen werden, an denen besonderer Wert auf eine Nullabsenkung gelegt wird (z. B. Krankenhaus, Seniorenheim usw.)“ (GATHER et al. 2006, S. 237). Darüber hinaus wird im Zusammenhang mit Bordabsenkungen auf Fahrbahnniveau auch auf Lösungen in anderen europäischen Staaten (Barcelona, vgl. Bild 14) verwiesen (GATHER et al. 2006, S. 228 ff.).

„Barrierefreie Mobilität im öffentlichen Verkehrsraum“

Das Planungshandbuch weist in Bezug auf eine gemeinsame Führung von blinden und sehbehinderten sowie gehbehinderten Menschen an einer Überquerungsstelle darauf hin, dass „die Bordsteinkante durchgängig mit einer Anlauffhöhe von mindestens 3 cm festzulegen [ist]“ (MÜHR 2008, S. 6). In Bezug auf eine getrennte Führung der o. g. Nutzergruppen wird angemerkt, dass „die Bordsteinkante nur für den Bereich auf ‚null‘ abzusenken [ist], in welchem sich Verkehrsteilnehmer mit Rädern und Rollen bewegen. Für die Blinden und Sehbehinderten soll neben der Nullabsenkung der tastbare Bordstein in der Regel auf eine Höhe von 6 cm hergestellt werden. Solange im Handel noch kein Übergangstein von 0 auf 6 cm erhältlich ist, kann die Höhe der Bordsteinkante auch 4 cm betragen“ (MÜHR 2008, S. 6). Daneben werden konkrete Vorgaben zur Detailgestaltung u. a. von Überquerungsstellen mit differenzierten Bordhöhen gemacht:

- Begleitstreifen in einer Breite von mindestens 60 cm bei Auffindestreifen (basaltfarbener Be-

tonpflasterstein ohne Fase) und 90 cm bei Sperrfeldern (basaltfarbene Betonplatte ohne Fase),

- weiße Noppenplatte (Kegelstumpf, Noppentiefe 5 mm) für Auffindestreifen,
- weiße Rippenplatte (trapezförmige Rippen, Achsabstand 3,8 cm, Rippenbreite 5 cm, Rippentiefe 5 mm) für Richtungsfelder,
- weiße Schuppenplatte (Rippentiefe 5 mm mit senkrechten und schrägen Kantenstreifen, Achsabstand 3,8 mm) für Sperrfelder für Bereiche unter 3 cm Bordsteinhöhe.

Der Auffindestreifen zu Überquerungsstellen ist über die gesamte Gehwegbreite in einer Tiefe von 90 cm zu verlegen. Dieser endet im Richtungsfeld, welches direkt an die Bordsteinkante anschließt und dieselbe Breite wie der Auffindestreifen aufweist sowie mindestens 60 cm tief ist. Die Rippen sind in Gehrichtung der Überquerung auszurichten. Das Sperrfeld wird direkt vor die Bereiche unter 3 cm angeordnet und hat eine Mindestdiefe von 60 cm. Die Schuppenstruktur wird parallel zur Fahrbahn ausgerichtet, wobei die senkrechten Kantenstreifen auf der Gehwegseite liegen müssen. Bei Absenkungsbereichen unter 3 cm, die breiter als 1 m sind, sollte die Tiefe des Sperrfeldes 90 cm betragen (MÜHR 2008, S. 15 ff.).

„Barrierefreiheit im Außenraum“

Die Veröffentlichung fordert in Bezug zu Überquerungsstellen u. a., dass die Borde „an Zugängen, Fußgängerüberwegen und Furten auf ganzer Breite auf 3 cm abgesenkt sein müssen“ (ERTL 2008, S. 158). Daneben werden Bodenindikatoren nach DIN 32984 u. a. an Fußgängerüberquerungsstellen gefordert (ERTL 2008, S. 162).

„Barrierefreiheit im öffentlichen Verkehrsraum für seh- und hörgeschädigte Menschen: Hinweise“

Die Publikation konstatiert, dass der Großteil der geheingeschränkten Menschen i. d. R. keine größeren Probleme in der Überfahung oder Überschreitung von Bodenindikatoren sieht, da Bodenindikatoren nur punktuell, wie z. B. an Überquerungsstellen, vorkommen. Problematischer ist dagegen die Überwindung von unebenem Natursteinpflaster oder breitfugigen Belägen auch an Über-

querungsstellen. Diese Belagsarten führen auch für Langstocknutzer zu Wahrnehmbarkeitsproblemen (BMVBS 2008, S. 78).

In Bezug zu Überquerungsstellen wird als Alternative zur 3-cm-Bordabsenkung auf die speziell entwickelten Formsteine „Rollbord“ und „Querungsbord“ in Kombination mit der sog. „Schuppenplatte“ verwiesen, die eine Absenkung auf Fahrbahnniveau ermöglichen. Dadurch verlieren sehgeschädigte Menschen allerdings ein wichtiges Orientierungsmerkmal. Bezüglich des Rollbords wird darauf hingewiesen, dass dessen standardmäßig aufgebraachte Oberflächenrillierung bei einer Tiefe von 25 cm nicht ausreicht, um den Übergang zwischen Gehweg und Fahrbahn sicher zu ertasten. Entsprechend wird angeraten, vor den Rollbord ein Richtungsfeld zu verlegen (BMVBS 2008, S. 87 ff.).

Die als „konventionelle Lösung“ bezeichnete Bordabsenkung auf 3 cm bedarf einer möglichst exakten Einhaltung, eine Toleranz von 10 % wird zugestanden. Die Bordsteinwand sollte senkrecht sein mit einer Toleranz von 12° und die Eckausrundung 15 mm mit 2 mm Toleranz. Als nachteilig wird gesehen, dass die 3-cm-Kante zu Komforteinbußen von Rollstuhl- und insbesondere von Rollatornutzern führt, wenngleich auch diese Gruppen die Kante überwiegend ohne Probleme bewältigen können. Auch kann die 3-cm-Kante nicht von allen sehgeschädigten Menschen sicher erkannt werden, allerdings würden sich diese Menschen i. d. R. nicht alleine im Verkehrsraum fortbewegen (BMVBS 2008, S. 97 ff.).

Zur Überquerungsstelle mit differenzierten Bordhöhen als Alternative zur 3-cm-Kante wird konstatiert, dass diese den Vorteil hat, sowohl für sehgeschädigte als auch für gehbehinderte Menschen eine mögliche Optimierung zu sein. Gleichwohl wird als nachteilig festgestellt, dass einerseits lange Zeiträume für einen Übergang von der konventionellen zur Alternativlösung erforderlich sind und dass andererseits die einheitliche Überquerungsstelle für alle Verkehrsteilnehmer verloren geht, was wiederum zu Orientierungsproblemen sehgeschädigter Menschen führen kann (BMVBS 2008, S. 100 ff.).

Abschließend wird die 3-cm-Lösung als Standard zur Beibehaltung auch im Sinne des Designs für Alle empfohlen. Daneben wird als Alternative die Überquerungsstelle mit differenzierten Bordhöhen und sachgerechter Anordnung von Bodenindikatoren vorgeschlagen (BMVBS 2008, S. 103 f.)

„Barrierefreie Städte und Regionen“

Das Thema Bordsteinabsenkungen an Überquerungsstellen wird in der Publikation als Beispiel dafür genannt, dass der Abbau von Barrieren nicht zu neuen Barrieren führen darf: „So ist die Bordsteinkante für den Rollstuhlfahrer grundsätzlich ein Hindernis, für den blinden Fußgänger hingegen eine wichtige Orientierung, da er sie nutzen kann, um mit dem Langstock dem Straßenverlauf zu folgen bzw. bei Überquerungen die Zahl der zu kreuzenden Querstraßen besser feststellen zu können. Auch wenn es in diesem konkreten Fall längst einen Kompromiss gibt, indem die Mindesthöhe einer abgesenkten Bordsteinkante auf 3 cm festgelegt wurde, damit sie für Rollstuhlfahrer keine (unüberwindliche) Barriere darstellt, für blinde Menschen aber ihre Orientierungsfunktion behält, soll anhand dieses Beispiels verdeutlicht werden, dass beim Abbau einer Barriere zugunsten einer bestimmten Behinderungsart nicht neue Barrieren (Mobilitätsbeeinträchtigungen) für andere entstehen dürfen“ (NEUMANN 2003, S. 36).

„Barrierefreie Wege in die Natur und zur Kultur – mit Auto und ÖPNV“

Der Fachbeitrag (REBSTOCK 2005b) setzt sich u. a. mit den Widersprüchen in Normen und Regelwerken zum Thema Bodenindikatoren an Überquerungsstellen auseinander und bemerkt hierzu: „Im Bereich taktiler Bodenelemente gibt es unterschiedlichste Lösungsansätze im Detail. So empfiehlt z. B. das Amt für Straßen- und Verkehrswesen Kassel, hierzu Aufmerksamkeitsfelder (AMF) mit Noppenprofil quer zur Gehrichtung einzusetzen und am Fahrbahnrand ebenfalls mit Noppenprofil abzuschließen (vgl. HEISE/JUNGE/KÖNIG 2004, S. 4). Das Planungsbüro AB Stadtverkehr Köln schlägt für die Stadt Düsseldorf ebenfalls AMF mit

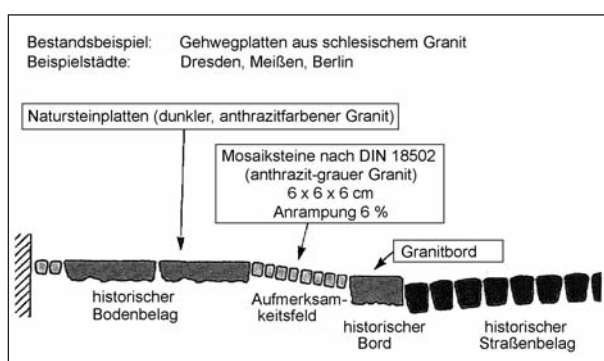


Bild 5: Prinzipskizze Bordabsenkung an Überquerungsstelle im historischen Bereich (ACKERMANN 2000, S. 74)

Noppenprofil quer zur Gehrichtung vor, für die AMF im Wartebereich von Fußgängerfurten auf Gehwegen und Schutzinseln wird dagegen eine Rillenplatte mit Längsmuster in Gehrichtung der Furt über die gesamte Gehspurbreite der Querungsanlage befürwortet (vgl. BRÄUER 2004). Nach der DIN-Norm 32984 (Anm. d. Verf.: Ausgabe 2000) kommt für Fußgängerquerungen vor der Fußgängerfurt ebenfalls die Rillenplatte zum Einsatz, aber im Gegensatz zu den o. g. Beispielen verlangt die DIN auch den Einsatz von Rillenplatten über die gesamte Gehwegbreite auf dem parallel zur Fahrbahn verlaufenden Gehweg (vgl. DIN 32984:2000, S. 7)“ (REBSTOCK 2005b, S. 87).

„Bürgerfreundliche und behindertengerechte Gestaltung von Haltestellen des öffentlichen Personennahverkehrs“

Obwohl sich das Heft 51 aus der Reihe „direkt: Verbesserung der Verkehrsverhältnisse in den Gemeinden“ primär mit dem öffentlichen Personennahverkehr beschäftigt, wird darauf hingewiesen, dass im Umfeld von Haltestellen Bordabsenkungen an Überquerungsstellen 3 cm betragen sollten, da diese von Rollstuhlnutzern selbstständig überwunden werden können und für sehgeschädigte Menschen als ertastbare Grenze zwischen Fahrbahn und Gehbereich dienen (ACKERMANN 1997, S. 86).

„Bürgerfreundliche und behindertengerechte Gestaltung des Niederflur-ÖPNV in historischen Bereichen“

Das Heft 55 aus der Reihe „direkt: Verbesserung der Verkehrsverhältnisse in den Gemeinden“ setzt sich mit der Gestaltung des öffentlichen Personennahverkehrs in historischen Bereichen auseinander. Dabei wird für Überquerungsstellen als Minimalanforderung eine Bordabsenkung auf 3 cm gefordert. Darüber hinaus werden „ertastbare Streifen und Aufmerksamkeitsfelder“ empfohlen. Bild 5 zeigt eine Gestaltungsvariante mit Warnelementen aus Naturstein, die zugleich die Anrampung zur Gehbahn übernehmen.

„Bürgerfreundliche und behindertengerechte Gestaltung des Straßenraums“

Die Erstauflage aus der Reihe „direkt: Verbesserung der Verkehrsverhältnisse in den Gemeinden“ zum Thema Barrierefreiheit im Straßenraum fordert

eine einheitliche Bordhöhe an Überquerungsstellen und Mittelinseln von 3 cm, wobei keine Bautoleranzen zugelassen werden sollten. Der Fahrbelag sollte höhengleich zur Entwässerungsrinne sein. Die Neigung darf 6 % nicht übersteigen. Bei Bordabsenkungen unter 3 cm „ist vor dem Übergang ein Aufmerksamkeitsfeld für Blinde und Sehbehinderte erforderlich“ (ECHTERHOFF 1992, S. 32). Generell sind Überquerungsstellen mit Bodenindikatoren auszustatten (vgl. Bild 6).

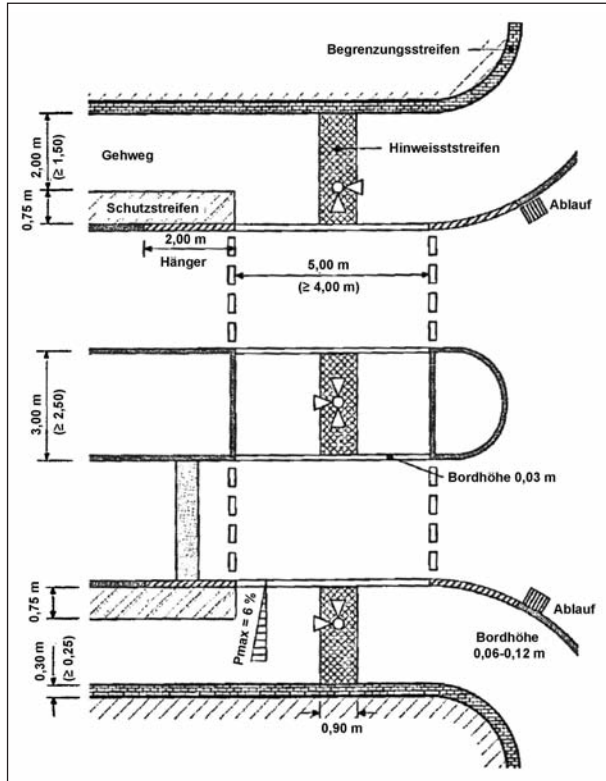


Bild 6: Anordnung von Bodenindikatoren an Überquerungsstellen gemäß direkt 47 (ECHTERHOFF 1992, S. 39)

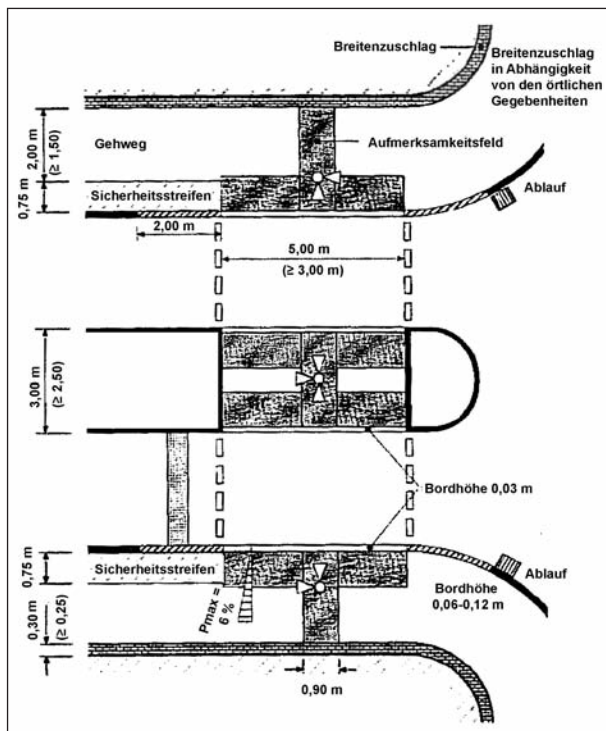


Bild 7: Anordnung von Bodenindikatoren an Überquerungsstellen gemäß direkt 54 (BMVBW 2000, S. 32)

sollte höhengleich zur Entwässerungsrinne sein. Die Neigung darf 6 % nicht übersteigen. Bei Bordabsenkungen unter 3 cm „ist vor dem Übergang ein Aufmerksamkeitsfeld für Blinde und Sehbehinderte erforderlich“ (ECHTERHOFF 1992, S. 32). Generell sind Überquerungsstellen mit Bodenindikatoren auszustatten (vgl. Bild 6).

„Bürgerfreundliche und behindertengerechte Gestaltung des Straßenraums – ein Handbuch für Planer und Praktiker“

In der Zweitaufgabe aus der Reihe „direkt: Verbesserung der Verkehrsverhältnisse in den Gemeinden“ zum Thema Barrierefreiheit im Straßenraum wird die Forderung nach einer einheitlichen Bordhöhe an Überquerungsstellen von 3 cm ohne Bautoleranzen beibehalten. Bereiche unter 3 cm Bordhöhe sollten, sofern diese nicht mit vertretbarem Aufwand auf 3 cm erhöht werden können, mit einem Aufmerksamkeitsfeld über die gesamte Überquerungsstellenbreite abgesichert werden. Generell sollten auf Wartebereichen und Aufstellflächen Bodenindikatoren (vgl. Bild 7) vorgesehen werden (BMVBW 2000, S. 26 ff.)

„Computergestützte Erfassung und Bewertung von Barrieren“

Im Heft 56 der Reihe „direkt: Verbesserung der Verkehrsverhältnisse in den Gemeinden“ wird die Anlage gesicherter Überquerungsstellen u. a. an allen Knotenpunkten gefordert. Borde sind auf 3 cm abzusenken, ein 90 cm tiefes Aufmerksamkeitsfeld in Überquerungsstellenbreite (vgl. Bild 8) sowie eine helle Ausleuchtung sind vorzusehen (ACKERMANN 2001, S. 23).

„Empfehlungen zur Mobilitätssicherung älterer Menschen im Straßenverkehr“

Im Leitfaden Mobilität und Verkehr (Band 01) der Eugen-Otto-Butz-Stiftung wird die Überquerungs-

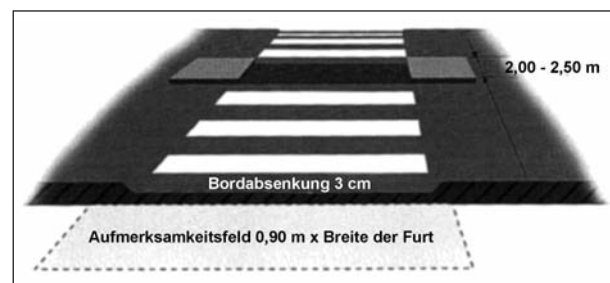


Bild 8: Prinzipskizze Überquerungsstelle mit Aufmerksamkeitsfeld (ACKERMANN 2001, S. 23)

stelle mit differenzierten Bordhöhen favorisiert. Die Nullabsenkung sollte immer mit einem Sperrfeld abgesichert werden. An Stellen, an denen die differenzierte Bordhöhe nicht umzusetzen ist, sollte der Bordstein mit einer Einbauhöhe von 3 cm als Kompromisslösung eingesetzt werden (BOENKE et al. 2010, S. 97). Um Stolpergefahr zu vermeiden, sollte der Bord visuell kontrastierend markiert werden.

„Gästefreundliche, behindertengerechte Gestaltung von verkehrlichen und anderen Infrastruktureinrichtungen in Touristengebieten“

Das Heft 52 aus der Reihe „direkt: Verbesserung der Verkehrsverhältnisse in den Gemeinden“ fordert, dass Borde an sämtlichen Überquerungsstellen auf 3 cm abzusenken sowie taktil und visuell kontrastierend wahrnehmbar auszubilden sind. Die Neigung in Bordrichtung beträgt maximal 6 % (BMVBW 1998, S. 89).

„Denkmalschutz versus Barrierefreiheit“

Der Zeitschriftenartikel stellt in Bezug zu Überquerungsstellen fest, dass es grundsätzlich zwei Möglichkeiten der Bordabsenkung gibt. Zum einen kann der Bordstein auf 3 cm Einbauhöhe abgesenkt werden. Zum anderen kann der Bordstein auch auf Fahrbahnniveau abgesenkt und zusätzlich mit taktilen Elementen ausgestattet werden (TOPP 2007, S. 17 f.).

„Gestaltung barrierefreier Fußgängerquerungsanlagen nach den Prinzipien Design for All“

Die Präsentation (vgl. MÜHR 2010) stellt unterschiedliche Lösungen zur Gestaltung von Überquerungsstellen aus europäischen Staaten vor. Obwohl kein Anspruch auf Vollständigkeit und Verallgemeinerbarkeit gestellt wird, wird die enorme Varianz deutlich. Neben Großbritannien, Österreich und der Schweiz, die an dieser Stelle nicht weiter vertieft werden, da diese Lösungen bereits in Kapitel 3.1.2 und 3.2.2 behandelt wurden, sind Italien, Spanien, Frankreich, Norwegen, Schweden und Dänemark berücksichtigt.

In Norwegen werden Borde an Überquerungsstellen i. d. R. auf 2 cm abgesenkt, wobei die Bordhöhen gemäß Autor zwischen 0 und 3 cm variieren. Vor dem Absenkungsbereich wird ein Noppenplattenstreifen zweireihig in einer Tiefe zwischen 60 bis 80 cm verlegt (MÜHR 2010, Folie 4). Bei Bedarf

führt ein Leitstreifen in Rippenprofil mit Ausrichtung der Rippen in Gehrichtung der Überquerungsstelle mittig auf den Noppenstreifen zu.

In Dänemark variiert die Bordhöhe an Überquerungsstellen nach den Beobachtungen des Autors zwischen einem und zwei Zentimetern. Davor liegt ein zwischen 40 und 60 cm tiefer Noppenplattenstreifen aus Metall. Aus diesem führt mittig ein Leitstreifen, dessen Oberflächenstruktur in den Beispielen variiert.

In Frankreich werden die Borde an Überquerungsstellen auf einer Breite von mindestens 1,20 m auf maximal 2 cm Bordsteinhöhe abgesenkt. Davor wird ein Warnstreifen in Noppenstruktur im Abstand von 50 cm zur Bordkante und in einer Tiefe von 40 cm über den gesamten Absenkungsbereich unter 5 cm verlegt.

In Italien werden die Borde an Überquerungsstellen i. d. R. auf 2 cm Bordhöhe abgesenkt. Die Anordnung von Bodenindikatoren richtet sich nach dem per Dekret erlassenen, national einheitlichen System LOGES (Linea di Orientamento Guida e Sicurezza). Demgemäß werden vor dem Absenkungsbereich ein schmaler (Breite ca. 20 cm) Noppenplattenstreifen und dahinter ein schmaler (Breite ca. 20 cm) Rippenplattenstreifen mit Ausrichtung der Rippen parallel zur Fahrbahn verlegt. Ein Auffindestreifen mit Rippenstruktur und Ausrichtung der Rippen in Überquerungsstellenrichtung sichert die Auffindbarkeit (vgl. Bild 9). Bei LSA-gesicherten



Bild 9: Überquerungsstellen in Asti (Italien) von der Fahrbahn aus gesehen (oben) und vom Gehweg aus gesehen (unten)

		Querungsstellen				Haltestellen			
Nr	Land	Bordhöhe 1)	Bodenindikatoren		Bodenindikatoren		Bodenindikatoren		
			Absenkung	Rippenprofil	Noppenprofil	Rippenprofil	Noppenprofil		
			Form	Funktion	Ausrichtung	Funktion	Funktion	Ausrichtung	Funktion
1	Großbritannien	2 cm	Borde			AF AM			
2	Norwegen	1-3 cm 0 cm	Borde Rampe			AM			
3	Schweden	6 cm 0 cm	Borde Rampe	AF	QG		AF AM	LG	
4	Dänemark	1-2 cm	Borde			AM			
5	Frankreich	2 cm	Borde			AM AM			
6	Deutschland	6 cm 0 cm	Borde Rampe	RI W	QG LG	AF	AF EF	QG LG	
7	Österreich	3 cm	Borde	AF W	QG LG		AF	QG AM	
8	Schweiz	3-4 cm	Borde Schrägbord Rampe	AF AM	QG QG		AM	LG	
9	Spanien	0-2 cm	Borde			AF AM			
10	Italien	0-2 cm	Borde Rampe	AF W	QG LG	AM	AF AM	QL LQ	

Legende:
 AF - Auf-Findestreifen
 AM - Auf-Merkbarkeitsfeld
 LG - Längsverlegung in Gehrichtung zur Fahrbahn
 QG - Querverlegung in Gehrichtung zur Fahrbahn
 RI - Richtungsfeld
 W - Warnfeld
 EF - EinstiegsFeld

1) Die Bordhöhe kann auch davon abweichen

Bild 10: Übersicht Bordhöhen und Bodenindikator-Gestaltung an Überquerungsstellen ausgewählter europäischer Staaten (verändert nach: MÜHR 2010, Folie 20)

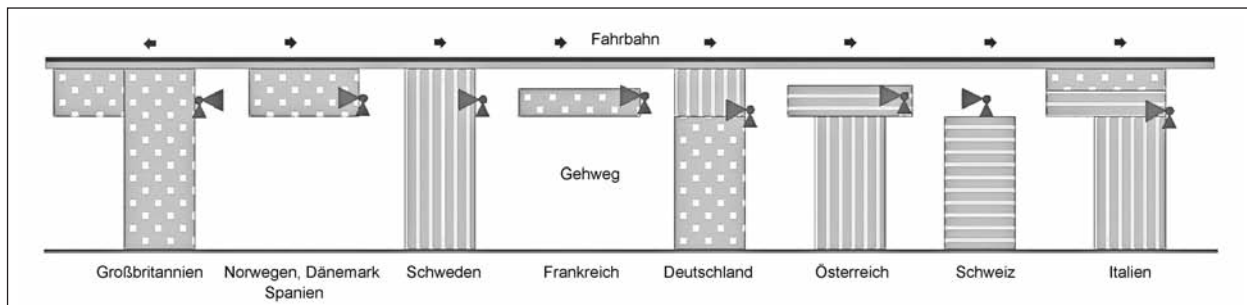


Bild 11: Vergleich der Bodenindikator-Verlegesystematik in ausgewählten europäischen Staaten (MÜHR 2010, Folie 21)

Überquerungsstellen führt der Auffindestreifen seitlich auf das kombinierte Rippen-/Noppenwarnfeld zu (L-Form) und bei FGÜ-gesicherten Überquerungsstellen mittig in T-Form (MÜHR 2010, Folie 16).

Bild 10 zeigt einen Vergleich der Bordhöhen und Bodenindikatoren an Überquerungsstellen in Europa, ohne Anspruch auf Vollständigkeit, Aktualität und Allgemeingültigkeit zu erheben. Auch für Deutschland beschränkt sich die Darstellung auf die Überquerungsstelle mit differenzierten Bordhöhen, die Überquerungsstelle mit einheitlicher 3-cm-Bordsteinhöhe wurde nicht thematisiert.

In Bild 11 sind die unterschiedlichen Systematiken, die der Gestaltung von Bodenindikatoren an Überquerungsstellen in ausgewählten europäischen Staaten zugrunde liegen, vergleichend nebenei-

nergestellt. Deutlich wird, dass die meisten Staaten ein Warnfeld vor die Bordkante legen, ausgenommen sind Deutschland und Schweden.

„Mobilitätsbehinderte Menschen im Verkehr“

Die Veröffentlichung weist in Bezug zu Bordsteinen an Überquerungsstellen auf den Interessenskonflikt zwischen geheingeschränkten Menschen, für die der Bordstein eine Barriere darstellen kann, und sehgeschädigten Menschen, für die der Bordstein zur Orientierung und Abgrenzung zwischen Gehbereich und Fahrbahn dient, hin. Als Kompromiss wird eine Einbauhöhe von 3 cm genannt. Eine alleinige Abschrägung der Bordsteinkante wird als Stolperstelle und somit als nicht zielführend angesehen.

Daneben sollte die Schrägneigung im Bereich von Überquerungsstellen weniger als 6 % betragen.

Bodenindikatoren können an gesicherten Überquerungsstellen ergänzend installiert werden (RAU 1997, S. 16 ff.)

„Mobil & barrierefrei in Stadt und Verkehr“

Im Rahmen einer Darstellung des Forschungsstandes zur Barrierefreiheit wird bezüglich Bordabsenkungen an Überquerungsstellen festgestellt, dass „die unterschiedlichen Gruppen mobilitätseingeschränkter Menschen [...] ein differenziertes Leistungsvermögen und subjektive Anforderungen an Gestaltungselemente [haben]. Unsere Lösungen sind jedoch nicht individualisiert, sondern generalisiert. Dadurch verbleiben mitunter Defizite gegenüber dem individuellen Anspruch oder Wunsch. Hier erinnere ich an das Maß der Bordabsenkung auf 30 mm, das aus Einzelsicht der Behindertengruppen ‚Rollstuhlfahrer‘ und ‚Blinde‘ gewiss kein Optimum darstellt, das als Kompromiss jedoch für beide zu einer verträglichen Lösung führt“ (TOPP 2002, S. 12).

„Mobil & barrierefrei planen, bauen, nachrüsten“

Die Publikation merkt zum Thema Bordsteinabsenkungen an, dass Gehbereiche „nicht in eine Ebene mit der Fahrbahn übergehen [dürfen]. Es muss entweder eine mind. 3 cm hohe Abgrenzungskante vorliegen oder eine andere eindeutige Trennlinie vorhanden sein. Momentan ist uns noch keine Trennlinie bekannt, die die 3-cm-Niveaudifferenz ersetzen kann. Insoweit sind diese ‚3 cm‘ für sehgeschädigte Verkehrsteilnehmer unumgänglich“ (TOPP 2003, S. 77).

Weiter wird angemerkt, dass in Düsseldorf die Borde an Überquerungsstellen auf Fahrbahnniveau abgesenkt und davor Noppenplatten angeordnet werden (vgl. Bild 12). Der Düsseldorfer Blindenverein äußerte sich diesbezüglich, dass die Noppenplatten insbesondere von geübten Nutzern von Langstöcken nicht wahrgenommen und oftmals überlaufen werden. Dementsprechend wird eine Anhebung der Borde auf 3 cm gewünscht (TOPP 2003, S. 100 ff.).

„Öffentliche Verkehrsräume in historischen Stadtbereichen – Konflikt zwischen Denkmalpflege und Barrierefreiheit?“

Der Zeitschriftenartikel stellt in Bezug zur Bordsteinabsenkung an Überquerungsstellen auf 3 cm

fest, dass dieser Kompromiss zwar weder für Rollstuhlnutzer noch für sehgeschädigte Menschen das Optimum darstellt, aber für beide Gruppen eine verträgliche Lösung ist. Gleichwohl wird angemerkt, dass „der Absatz von 30 mm als Diskontinuität auf häufig von Rollstuhlfahrern, Gehbehinderten und Senioren genutzten Wegen [erscheint]. Deshalb wird – unabhängig von einer Bordabsenkung auf Fahrbahnniveau mit zugehörigem Aufmerksamkeitsfeld – nach anderen Gestaltungsmöglichkeiten gesucht. Der in der Schweiz mancherorts verwendete schräge Randstein ist ein derartiges Beispiel, das jedoch partiell zu recht steilen Neigungen führen kann. Eine Lösung, die einen kontinuierlichen Übergang vom Gehweg auf Fahrbahnniveau bei zulässiger Neigung und guter Er tastbarkeit gewährleistet, bietet der Rollbord. Die geneigte Fläche dieses Bordes weist Trapezprofil senkrecht zum Fahrbahnverlauf auf; damit ist Blinden eine Orientierung möglich. Ein dazugehöriges Leitsystem auf dem Gehweg führt zum Rollbord hin“ (ACKERMANN 2006, S. 248 f.).

Abschließend wird festgelegt, dass Bordsteine an Überquerungsstellen entweder auf 3 cm abzusenken oder bei Absenkungen unter 3 cm Aufmerksamkeitsfelder anzuordnen sind.



Bild 12: Überquerungsstelle in Düsseldorf

„Taktile Leit- und Orientierungssysteme – eine vergleichende Betrachtung“

Die Studie vergleicht im Auftrag des Hessischen Amtes für Straßen- und Verkehrswesen ausgewählte europäische taktile Leitsysteme. Zu Beginn werden grundsätzliche Anforderungen an taktile Leitsysteme formuliert:

- „Die Gestaltung und Disposition müssen einfach, logisch und durchgängig sein.
- Zur Unterstützung und Akzentuierung sollte ein farblicher Kontrast eingesetzt werden.
- Das System muss auch in Stresssituationen über eine hohe taktile und optische Erkennung verfügen.
- Das Beleuchtungsniveau muss angemessen und angepasst sein und Blendung vermieden werden.
- Es gilt, missverständliche und irreführende Informationen zu vermeiden.
- Das System muss hinsichtlich der Strukturen auch informativen Charakter zur Gravität der Information haben, beispielsweise inwieweit die jeweilige Information warnenden bzw. nur hinweisenden oder führenden Charakter hat“ (LOESCHCKE 2006, S. 5).

Um die Komplexität, die ein Leitsystem an einer Überquerungsstelle erfüllen muss, zu verdeutlichen, werden die wesentlichen Schritte, die ein blinder Verkehrsteilnehmer bei der Überquerung einer Fahrbahn durchführt, beschrieben:

- „Aufspüren des Querungsbereiches,
- gezieltes Führen zum Querungspunkt,
- Kennung der Warteposition,
- Ausrichten zum gegenüberliegenden Querungs- bzw. Zielpunkt,
- Verifizieren des Schutzabstands zur Fahrbahn,
- eindeutiges Abtasten des Randabschlusses,
- Auffinden der Fußgängerlichtsignale, deren Anforderungsgeräte sowie der akustischen und taktilen Signalgeber“ (LOESCHCKE 2006, S. 7).

Grundsätzlich gibt es in den untersuchten Staaten zwei verschiedene Ansätze. Einige Staaten versuchen, mit möglichst wenigen unterschiedlichen Oberflächenstrukturen zu arbeiten. So werden

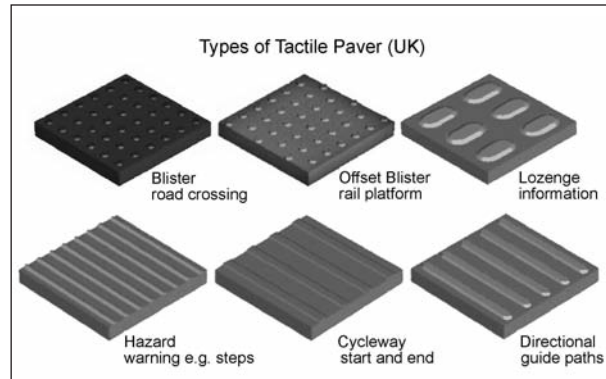


Bild 13: Unterschiedliche Oberflächenstrukturen von Bodenindikatoren in Großbritannien (Croft consultants o. J., S. 3)

i. d. R. nur ein oder zwei Strukturen genutzt, die analog zum japanischen System (vgl. Kapitel 4.2.3) entweder eine Leit- oder eine Warnfunktion übermitteln. Obwohl auch Großbritannien dieser funktionalen Zweiteilung folgt, werden insgesamt sechs unterschiedliche Strukturen, die zusätzlich noch in Abhängigkeit ihrer Funktion (im Original farblich) unterschieden werden, eingesetzt (vgl. Bild 13). Allerdings werden keine Vorgaben zu Leuchtdichte- oder Farbkontrasten gegeben (LOESCHCKE 2006, S. 6 ff.).

In Bezug zur Ausrichtung der Rippen von Richtungsfeldern in Überquerungsrichtung gemäß DIN 32984 2011 (vgl. Kapitel 3.1) wird angemerkt, dass „zwar die Gehrichtung [...] [angezeigt wird,] indem die Streifen die Richtung vorgeben, jedoch verlieren sie ihre assoziativ bremsende Wirkung, insbesondere vor der Nullabsenkung. Hier sei erwähnt, dass die ÖNorm und die Schweizer Richtlinien die Rippenplatten immer in Querrichtung zur Straße verlaufen lassen. In Großbritannien werden immer Noppenplatten verwendet. Hier wird anschaulich, dass bei diesen Lösungen die Rippen nicht im Sinne der ‚Führung‘ eingesetzt werden, sondern eher im Sinne der Aufmerksamkeit und Warnung. Es ist richtig, dass nach der Deutschen DIN-Norm die Rillen auch in Richtung der Querung zeigen, dennoch ist dies assoziativ kritisch zu bewerten [...]. Die parallel zu Bordsteinkanten angeordneten Rippen nach ÖNORM und Schweizer Richtlinien haben über die bremsende Wirkung hinaus durchaus auch eine erkennbare Richtungsangabe, indem man sich bezogen auf diese Rippen orthogonal in Gehrichtung ausrichten kann. Dieselbe Aussage, die bei der üblichen Bordsteinkante erreicht wird. Auch hier erfolgt die wesentliche Ausrichtung quer zur Bordsteinkante. Die vermittelte

Botschaft heißt also: ‚Gehe in orthogonaler Ausrichtung zur Kante, sei jedoch vorsichtig!‘ Die Nullabsenkungen sollten grundsätzlich über Aufmerksamkeitsfelder abgesichert werden [...]. Grundsätzlich sei angemerkt, dass auch hier eine Breite für das Aufmerksamkeitsfeld von mind. 60 cm benötigt wird und 30 cm bei weitem nicht ausreichend sind“ (LOESCHCKE 2006, S. 25).

„Unbehinderte Mobilität – Planung von Wegesystemen im öffentlichen Verkehrsraum“

Der Autor stellt zunächst fest, dass gehbehinderte Menschen flache Borde an Überquerungsstellen und sehgeschädigte Menschen klare Bordkanten zur Orientierung benötigen. Diesbezüglich wird darauf hingewiesen, dass Bordkanten oftmals bewusst oder unbewusst bis auf Fahrbahnniveau abgesenkt werden, ohne Vorkehrungen für blinde oder sehbehinderte Menschen zu treffen. Im Weiteren wird für verkehrstechnisch ungesicherte Überquerungsstellen⁵ die Ausführung mit differenzierten Bordhöhen favorisiert, wobei bei der Standardvariante die Absenkung auf Fahrbahnniveau nicht mit Bodenindikatoren abgesichert wird. An signaltechnisch gesicherten Überquerungsstellen wird in der Standardvariante über einen gemeinsamen, auf Fahrbahnniveau abgesenkten Bord geführt, vor dem ein Richtungsfeld in mindestens 60 cm Tiefe verlegt ist. Daneben besteht auch an signaltechnisch gesicherten Überquerungsstellen die Möglichkeit der Ausbildung von differenzierten Bordhöhen, im aufgezeigten Beispiel ohne taktile Absicherung der Bereiche unter 3 cm Bordhöhe (KOHaupt 2008, Folie 20 ff.).

„Verkehrsräume, Verkehrsanlagen und Verkehrsmittel barrierefrei gestalten“

Die Veröffentlichung geht in Bezug zu Überquerungsstellen insbesondere auf die „partielle Nullabsenkung“ und ein vom Autor mitentwickeltes Bordsteinsystem ein. Ziel der Neuentwicklung war, „grundsätzlich den bestehenden Konflikt insbesondere zwischen den Belangen von Rollstuhl- und Rollatorbenutzern und blinden bzw. sehbehinderten Menschen zu lösen. Dieser besteht darin, dass blinde und sehbehinderte Menschen die Bordsteinkan-

te als wesentlichen Bodenindikator für die Schnittstelle Straße/Gehweg benötigen und diese [...] auch als Leitlinie benutzen. Zu diesem Zweck ist ein Niveauunterschied von mind. 3 cm [...] als absolute Untergrenze notwendig. Ein großer Teil der Gruppe der Mobilitätsbehinderten, die auf den Rollstuhl oder Rollator angewiesen sind, kann einen Niveauunterschied von 2 cm gerade noch überwinden, dennoch wird ein erheblicher Teil ausgegrenzt. Konsequenz dieses Dilemmas ist, Lösungsmöglichkeiten zu finden, Straßenquerungssysteme zu entwickeln, die für alle Verkehrsteilnehmer optimierte Bedingungen bieten. Auf Basis dieses Gedankens ist die Entwicklung eines berollbaren Bordsystems als Betonfertigteilelement zu verstehen [...]“ (KÖNIG 2008, S. 82 f.).

Der Autor spricht sich u. a. an LSA-gesicherten Überquerungsstellen für eine gemeinsame Führung sehgeschädigter und gehbehinderter Menschen über eine Absenkung auf Fahrbahnniveau aus. Dabei soll die fehlende Bordsteinkante durch ein „breitflächiges“ Rippenplattenfeld in Form eines Betonfertigteilelements kompensiert werden. Der LSA-Mast dient dabei als zusätzliches Warnesymbol und gewährleistet den Sicherheitsabstand zur Fahrbahn (KÖNIG 2008, S. 85).

„Von Barrierefreiheit zum Design für Alle – Erfahrungen aus Forschung und Praxis“

Die Veröffentlichung merkt zur Problematik der Bordsteinabsenkung an Überquerungsstellen an, dass die „konventionelle Standardlösung“ von 3 cm einer Absenkung auf Fahrbahnniveau vorzuziehen ist, da Letztere von den Blinden- und Sehbehindertenverbänden abgelehnt werden. Bodenindikatoren sollten an allen Überquerungsstellen mit erhöhtem Fuß- und/oder Kraftfahrzeugverkehr angeordnet werden (REBSTOCK 2007, S. 66).

Des Weiteren wird festgestellt, dass „blinde Menschen [...] zur Orientierung im öffentlichen Verkehrsraum Bodenindikatoren oder Tastkanten [benötigen]. Eine ganz wesentliche Orientierungshilfe ist der übliche Straßenbordstein. Die von Rollstuhlnutzern und anderen Personengruppen an Querungsstellen gewünschte Absenkung der Borde muss eine tastbare Kante belassen. Im Entwurf der DIN 18030 (Norm E-DIN 18030 2005) ist eine (partielle) ‚Null-Absenkung‘ als Alternative aufgenommen. Hier muss gewährleistet werden, dass die Absenkung wirklich nur auf einer Breite von 90 cm bis 100 cm erfolgt und dass im auf ‚0 cm‘ abgesenkten Bereich ein deutlich wahrnehmbarer

⁵ Im weiteren Bericht wird der Begriff „ungesicherte Überquerungsstellen“ verwendet; gemeint sind verkehrstechnisch nicht gesicherte Überquerungsstellen.

Bodenindikator installiert wird“ (GROSSMANN 2007, S. 79). Die Entwicklung und Erprobung eines geneigten, an der Oberfläche mit Rippen versehenen Betonfertigteils wird begrüßt. Der Autor stellt jedoch fest, dass nach derzeitigen Erkenntnissen (April 2006) das Bord in dieser Form als alleinige Maßnahme nicht ausreicht.

3.2.2 Internationale Fachpublikationen von Behörden, Fachplanern und aus der Wissenschaft

Die Analyse internationaler Literatur zum Thema Barrierefreiheit und Überquerungsstellen fokussiert weitgehend auf Publikationen aus Europa. Diesbezüglich ist anzumerken, dass die Bezeichnung „Barrierefreiheit“ im Wesentlichen in Deutschland genutzt wird, während in anderen Staaten die Begriffe „Accessibility“, „Design for all“, „universal design“, „inclusive design“ „usability“ usw. verwendet werden.

„Accessibility practices in 11 European cities for persons of reduced mobility“

Die vom CERTU (Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques) herausgegebene Veröffentlichung stellt in Bezug zu Überquerungsstellen fest, dass die Kombination von Warn- und Leitindikatoren an Überquerungsstellen in Belgien weit verbreitet ist. Bodenindikatoren gehören dort mittlerweile zur Standardausstattung u. a. an Überquerungsstellen.

Ferner wird kritisiert, dass Bodenindikatoren in den europäischen Staaten in sehr unterschiedlicher Weise eingesetzt werden, was zur Verwirrung von blinden Menschen führt. In manchen Staaten, genannt sind Belgien und Spanien, werden dieselben Strukturen zur Übermittlung unterschiedlicher Informationen (Leiten, Warnen) genutzt, während andere Staaten, genannt ist Großbritannien, bestimmte Strukturen immer nur für die Übermittlung der gleichen Information einsetzen (GOEPP/SABY 2011, S. 64).

„Bordstein 120“ in Barcelona

Als Urheber der Deklaration von Barcelona „Die Stadt und die behinderten Menschen“ (vgl. SAGRAMOLA 2006, S. 224) im Jahr 1995 wurde das Engagement der Stadt Barcelona für Menschen mit Behinderungen überregional bekannt. Al-



Bild 14: Bordstein 120 in Barcelona, Rampla Catalunya (ARAGALL I CLAVÉ 2007, S. 100)

lerdings wurde bereits 1991 der „Bordstein 120“ entwickelt, ein städtebauliches Element, das auf die Anforderungen von Menschen mit Behinderungen abgestimmt wurde (ARAGALL I CLAVÉ 2006, S. 212). Dabei handelt es sich um einen 1,2 m tiefen Schrägbordstein an Überquerungsstellen, der über die gesamte Überquerungsstellenbreite auf Fahrbahnniveau abgesenkt ist. Zusätzlich führen Bodenindikatoren (Rippen in Gehrichtung der Überquerung) von der Bebauungsgrenze bis zum Bordstein. Die maximale Längsneigung des Schrägbordsteins beträgt 12 % (vgl. Bild 14).

„Conheça as regras para arrumar a sua calçada“

Die Stadtverwaltung von São Paulo hat ein „Programm für freie Gehwege“ entwickelt, welches auch Aussagen zur Gestaltung von Überquerungsstellen beinhaltet. Grundsätzlich sollten die Gehwege im Bereich von Kreuzungen frei von Möblierungen und sonstigen Einbauten sein. Rampen, die den Übergang zwischen Gehweg und Fahrbahn überbrücken sollen, sollten nahe der direkten Laufwege der Fußgänger liegen. Der Absenkungsbereich ist mit einem visuell kontrastreichen Warnindikator in Noppenstruktur in einer Breite zwischen 25 und 50 cm und in einem Abstand von 50 cm vor dem Rampenende auszustatten (Prefeitura da Cidade de São Paulo 2005, S. 9 ff.).

„Designing accessible public and cultural buildings“

Obwohl der Buchbeitrag schwerpunktmäßig die Zugänglichkeit von Gebäuden in Griechenland behandelt, sind Aussagen zur Außenraumgestaltung

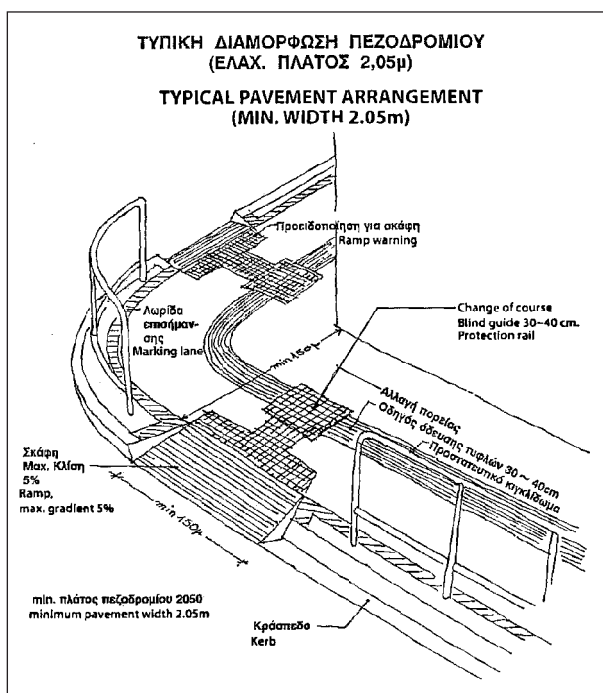


Bild 15: Typische Bodenindikator-Verlegung (POLIHRONIOU 2003, S. 84)

sowie zu Überquerungsstellen enthalten. So wird darauf hingewiesen, dass das Gebäudeumfeld sowie der Weg vom Parkplatz zum Eingang mit Gehwegen sowie einem Blindenleitsystem auszustatten sind (POLIHRONIOU 2003, S. 82). Bild 15 zeigt die modellhafte Verlegung von Bodenindikatoren an Überquerungsstellen. Zu erkennen ist eine Absenkung bis auf Fahrbahnniveau in einer Mindestbreite von 1,5 m, wobei die Rampe maximal 5 % Längsneigung aufweisen darf und mit Rippenstrukturen parallel zur Fahrbahn zu belegen ist. Vor der Rampe werden Bodenindikatoren über die gesamte Überquerungsstellenbreite in quadratischer bzw. Noppenstruktur in einer Tiefe zwischen 30 und 40 cm verlegt. Daran anschließend läuft ein Streifen in derselben Struktur mittig Richtung Bebauungsgrenze und endet in einem Aufmerksamkeitsfeld auf Höhe des Leitsystems auf dem Gehweg.

„Europäisches Konzept für Zugänglichkeit“

Das European Concept for Accessibility (ECA) formuliert als eine allgemeine Anforderung an die gebaute Umwelt, dass diese sicher nutzbar und für jeden Nutzer frei von Sicherheitsrisiken sein sollte. „Daher müssen alle Elemente, die Teil der Umwelt sind, im Hinblick auf Sicherheit gestaltet werden“ (EDAD 2005, S. 9). Des Weiteren sollen die Elemente funktional gestaltet sein und eine unproble-

matische Nutzung ohne Schwierigkeiten ermöglichen. Auf die konkrete Problematik der Fahrbahnüberquerung wird allerdings nicht eingegangen.

„Grazer T“

Das „Grazer T“ ist ein System aus Rippenplatten vor Überquerungsstellen, welches sehgeschädigten Menschen taktile Bodeninformationen übermittelt. Hierzu wird ein zwischen 70 und 80 cm breiter Auffindestreifen mit Ausrichtung der Rippen in Gehrichtung der Fahrbahnüberquerung von der Bebauungsgrenze geführt, der in einem Aufmerksamkeitsfeld endet, welches ebenfalls eine Breite zwischen 70 und 80 cm sowie eine Länge von 2,8 m aufweist. Das Aufmerksamkeitsfeld vor der Überquerung ist mittig zum Auffindestreifen angeordnet (T-Form), die Rippenstruktur verläuft parallel zur Bordsteinkante. Der Abstand des Aufmerksamkeitsfeldes zur Bordsteinkante beträgt mindestens 30 cm. Die Einbauhöhe der Bordsteinkante vor dem Aufmerksamkeitsfeld beträgt i. d. R. 3 cm. Neben dem Grazer T befindet sich eine 1 m breite Bordabsenkung auf Fahrbahnniveau (Stadt Graz 2012).

„Guidebook for the Proper Installation of Tactile Ground Surface Indicators (Braille Blocks): Common Installation Errors“

Japanische Wissenschaftler haben in den Jahren 2006 und 2007 im Rahmen einer weltweit angelegten Untersuchung Bodenindikatoren im Hinblick auf deren korrekten Einbau und häufig vorkommende Einbaufehler analysiert. Motivation der Untersuchung war, dass sich die Bodenindikatoren seit deren Erfindung im Jahr 1965 in Japan einerseits zwar weltweit verbreitet haben, andererseits aber keine Einbau- und Einsatzstandards für die unterschiedlichen Oberflächenstrukturen der Bodenindikatoren übermittelt wurden, was dazu führte, dass viele nationale Standards uneinheitlich sind. Beispielsweise haben einige Staaten die japanischen Oberflächenstrukturen der Bodenindikatoren und deren Bauweisen übernommen, während andere Staaten ihre eigenen Regeln anwenden bzw. eigene Strukturen entwickelt haben. Daneben wurden in Japan vermehrt Einbaufehler, wie z. B. die Anordnung von Leitstrukturen an Punkten, an denen eigentlich Warnstrukturen eingesetzt werden müssten, registriert. Diese stellen zum einen für sehgeschädigte Menschen eine Gefährdung dar und können zum anderen für Rollstuhl-

nutzer und andere Verkehrsteilnehmer zu einem Hindernis werden, z. B. weil Bodenindikatoren an Stellen angeordnet wurden, an denen eigentlich keine Indikatoren vorgesehen sind (MIZUNO et al. 2008, S. 68 f.).

In Bezug zu Überquerungsstellen wurde grundsätzlich erklärt, dass das Überqueren einer Fahrbahn eine der anstrengendsten Situationen für sehgeschädigte Menschen ist. Um blinde und sehbehinderte Verkehrsteilnehmer vor einer Überquerungsstelle zum Halten zu bringen, sollten vor der Überquerungsstelle zwei Reihen von Warnindikatoren über die gesamte Überquerungsstellenbreite installiert werden. Auf Mittelinseln sollten die Bodenindikatoren nur einreihig verlegt werden, um Verwechslungen mit dem Straßenseitenraum zu vermeiden (vgl. Bild 16). Warnindikatoren haben in Japan immer eine Noppenstruktur (vgl. Kapitel 3.1). An LSA-gesicherten Überquerungsstellen mit Anforderungstaster sollten Leitindikatoren (in Japan immer in Rippenstruktur) vom Warnfeld vor der Überquerung aus zum Taster führen (TOKUDA et al. 2008, S. 30 ff.).

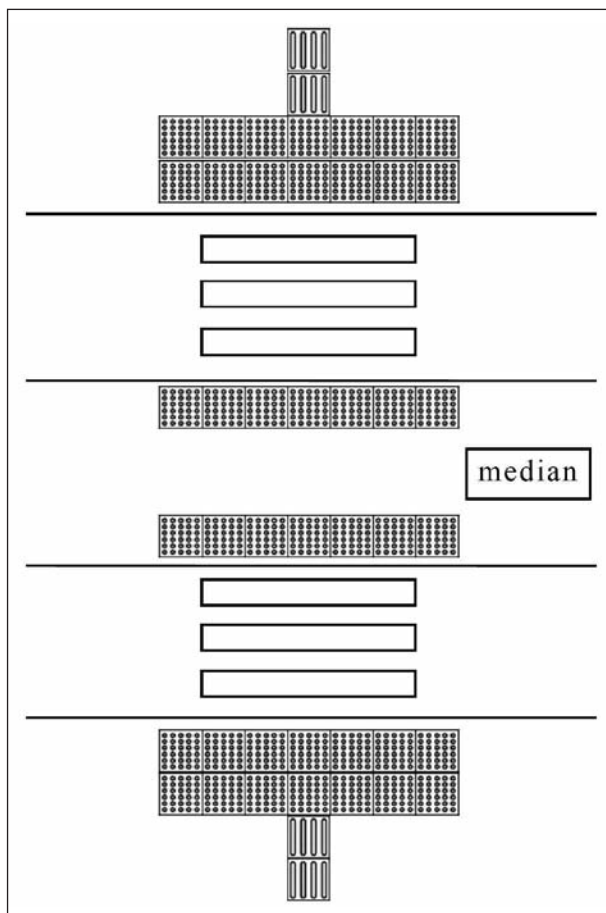


Bild 16: Standard für Bodenindikatoren an Überquerungsstellen in Japan (TOKUDA et al. 2008, S. 34)

„Hindernisfreie Verkehrsräume“

Der Zeitschriftenartikel enthält verschiedene Hinweise zu den Bedarfen sehgeschädigter und gehbehinderter Menschen hinsichtlich der Überquerung von Fahrbahnen. So wird darauf hingewiesen, dass an Überquerungsstellen die Gehwege bis auf eine minimale Bordsteinhöhe abgesenkt werden müssen. Generell ist aus Sicherheitsgründen für sehgeschädigte Menschen die Trennung des Fußgängerbereichs von der Fahrbahn notwendig. Dabei muss die Abgrenzung an Überquerungsstellen auf ihrer gesamten Länge eindeutig und rechtzeitig erkennbar sowie mittels Rollstuhl oder Rollator überwindbar sein. Um die Trennung korrekt interpretieren zu können, ist eine einheitliche Gestaltung der Abgrenzung erforderlich. Ferner wird festgestellt, dass „bis heute [...] diese Anforderung einzig Absätze [= Bordsteine] erfüllen]. Elemente wie Rinnen, Belagswechsel oder taktil-visuelle Markierungen werden im Fußgängerbereich auch für andere Funktionen eingesetzt und können daher nicht eindeutig als Trennelement interpretiert werden“ (SCHMIDT 2010, S. 9). Im Anschluss wird auf die im weiter unten aufgeführten Punkt „Straßen – Wege – Plätze“ genannten zwei schweizerischen Varianten von Bordsteinabsenkungen eingegangen (vgl. auch Bild 18 und Kapitel 3.1). Daneben wird darauf hingewiesen, dass in Straßenräumen, in denen Bordsteinabsenkungen nicht erkennbar sind (z. B. wenn die Bordsteine entlang des gesamten Straßenabschnittes auf 3 cm Einbauhöhe verlaufen), Überquerungsstellen mit taktil-visuellen Markierungen gekennzeichnet werden müssen (SCHMIDT 2010, S. 7 ff., vgl. Bild 17).



Bild 17: Kaltplastik-Markierung (weiß) an einer Überquerungsstelle mit durchgehend 3 cm Bordsteinabsenkung (SCHMIDT 2010, S. 8)

„Improving Transport Accessibility for all“

Obwohl sich der von der europäischen Verkehrsministerkonferenz herausgegebene Leitfaden auf den öffentlichen Personenverkehr bezieht, sind Aussagen zu Überquerungsstellen enthalten. So werden Bordsteinabsenkungen auf Fahrbahnniveau an allen Fußgängerüberwegen gefordert. Sofern die Platzverhältnisse es erlauben, soll die Überquerungsstelle von der direkten Linie des Gehweges entlang der Hauptstraße abgesetzt werden, um zu verhindern, dass sehgeschädigte Menschen auf die Seitenstraße laufen, ohne es zu merken. Die Mindestbreite der Absenkung sollte 2 m betragen. Falls die Bordabsenkung in der direkten Lauflinie liegt, sollten visuell kontrastreiche Bodenindikatoren mit einer Tiefe von mindestens 1,2 m vorgesehen werden. Generell sollten alle mit FGÜ oder LSA gesicherten Überquerungsstellen mit Bodenindikatoren ausgestattet werden. An LSA-gesicherten Überquerungsstellen können taktile und akustische Zusatzeinrichtungen zusätzliche Hilfe bieten (ECMT 2006, S. 31). Darüber hinaus wird festgestellt, dass Forschungen gezeigt haben, dass eine Erhabenheit taktiler Oberflächenstrukturen von Bodenindikatoren von ungefähr 5 mm für fast alle blinden Menschen ertastbar ist und diese Höhe für andere Fußgänger kein größeres Problem darstellt (ECMT 2006, S. 34).

„Straßenraum für Alle“

Die vom österreichischen Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie herausgegebene Publikation weist in Bezug zu Bordabsenkungen an Überquerungsstellen darauf hin, dass die Absenkung mindestens 1 m breit sein muss sowie maximal eine Querneigung von 6 % und eine Längsneigung von 10 % aufweisen darf. Daneben muss die Überquerungsstelle taktil und visuell gekennzeichnet werden, beispielsweise mittels Pflasterstrukturen oder Bodenindikatoren. Um sowohl die Berollbarkeit als auch die visuelle und taktile Erkennbarkeit sicherzustellen, sind grundsätzlich zwei Möglichkeiten vorgegeben (BMVIT 2003, S. 25):

- Beibehalten eines geringen Niveauunterschiedes zwischen Fahrbahn und Gehweg,
- optische und taktile Aufmerksamkeitsfelder über die gesamte Breite der Absenkung bei Niveaugleichheit Fahrbahn/Gehsteig.

„Straßen – Wege – Plätze“

Die schweizerische Fachstelle für behindertengerechtes Bauen hat in ihren Richtlinien zu „behindertengerechten“ Gehwegenetzen formuliert, dass „Fussgängerbereiche [...] als Netz von stufenlosen, hindernisfreien Wegen für Behinderte benutzbar sein [sollen]“ (SCHMIDT/MANSER 2003, S. 6). Absätze sind zu vermeiden, außer zur Trennung von Fahrbahn und Fußgängerbereichen. Diesbezüglich werden zwei Varianten ermöglicht:

- Bordsteinabsenkung auf 3 cm,
- Schrägbordstein mit 4 cm Einbauhöhe bei einer Breite zwischen 13 und 16 cm (vgl. Bild 18).

In Bezug auf die 3-cm-Bordsteinabsenkung wird auf eine möglichst exakte Einhaltung hingewiesen, um die ertastbarkeit und die Berollbarkeit zu gewährleisten, ist bei der Resthöhe von 4 cm in Kombination mit einem Schrägbordstein darauf zu achten, dass der Neigungswinkel mindestens 14° beträgt.

Zudem sind Bordabsenkungen über 4 cm an Überquerungsstellen zu vermeiden, da ansonsten die Nutzbarkeit mit Rollstühlen nicht mehr gegeben ist. Einschränkend wird in Bezug zur 4-cm-Schrägbordsteinlösung angemerkt, dass „die Richtung des Strassenverlaufs weniger gut ertastet werden [kann], was das rechtwinklige Überqueren der Fahrbahn erschwert“ (SCHMIDT/MANSER 2003, S. 28). In Bezug zu Bodenindikatoren an Überquerungsstellen wird angemerkt, dass bei aufgepflasterten Überquerungen keine Möglichkeit für sehgeschädigte Menschen besteht, die Querungsmöglichkeit anhand der Bordabsenkung zu erkennen, und dadurch andere Orientierungselemente wie beispielsweise Aufmerksamkeitsfelder erforderlich sind (SCHMIDT/MANSER 2003, S. 12). Diesbezüglich wird auf das Leitliniensystem Schweiz verwiesen (vgl. Kapitel 3.1 und Bild 17).

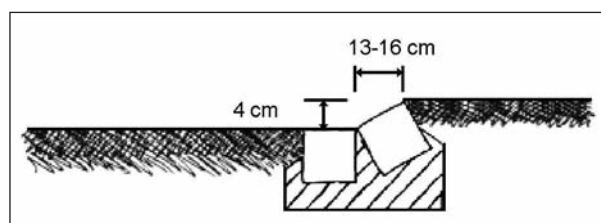


Bild 18: Schräger Randstein an Schweizer Überquerungsstellen (SCHMIDT/MANSER 2003, S. 10)

Fußgängerbereiche sollten grundsätzlich einfach, logisch und konsistent gebaut werden. Da die Fähigkeit sehgeschädigter Menschen, taktile Unterschiede der Bodenstruktur mit den Füßen wahrzunehmen, u. a. in Abhängigkeit des Zeitpunktes der Sehschädigung unterschiedlich ausgeprägt ist, muss die taktile Warnung vor potenziellen Gefahrenpunkten u. a. an Überquerungsstellen stark genug sein, um von möglichst vielen Menschen wahrgenommen zu werden, ohne zur Stolperfalle zu werden bzw. den Komfort zu sehr einzuschränken.

Noppenplatten dienen der Warnung vor Bordsteinkanten unter 2,5 cm Einbauhöhe an Überquerungsstellen, unabhängig davon, ob der Bordstein abgesenkt oder die Fahrbahn angehoben wurde. Die Noppen sollten eine abgeflachte Spitze und eine Höhe von 5 mm bei 0,5 mm Toleranz haben (DOWSON 2003, S. 1 ff.).

„Un espace public pour tous“

Die Publikation trifft Aussagen u. a. zur Verlegung von Bodenindikatoren („Dallen“) an Überquerungsstellen in Belgien. Grundsätzlich kommen zwei unterschiedliche Indikatorstrukturen zum Einsatz: Rillenstrukturen für Leitfunktionen und Noppenstrukturen für Warnfunktionen (vgl. Bild 21).

Daneben gibt es noch eine weitere Struktur, die sogenannte „Weichdalle“. Diese wird z. B. bei signaltechnisch gesicherten Überquerungsstellen als Aufmerksamkeitsfeld vor dem Lichtsignalmast eingesetzt. Auf die „Weichdalle“ läuft von der Bebauungsgrenze ein 60 cm breiter Auffindestreifen in Rippe mit Ausrichtung der Rippenstruktur in Richtung der Überquerungsstelle zu. Vor der Bordabsenkung wird ein 60 cm tiefes Sperrfeld in Noppe über die gesamte Überquerungsstellenbreite plat-

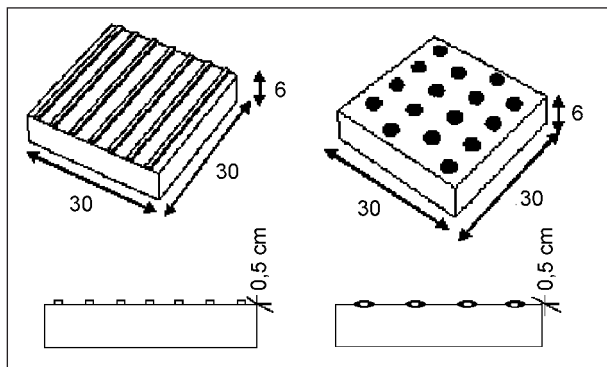


Bild 21: Längsrillen- und Noppenstrukturen in Belgien – Maße in cm (Association Nationale pour le Logement des personnes Handicapées 1996, S. 33)

ziert, das ebenfalls an der „Weichdalle“ endet (vgl. Bild 22).

Die Einbauhöhe von Stufen und Kanten im öffentlichen belgischen Verkehrsraum sollte generell unter 2 cm betragen. (vgl. Bild 23).

Dementsprechend beträgt i. d. R. auch die Resthöhe der Bordsteinabsenkung an Überquerungsstellen weniger als 2 cm. An Fußgängerüberwegen wird ein Auffindestreifen in Rippe mit Ausrichtung der Rippenstruktur in Gehrichtung der Überquerungsstelle mittig auf das Sperrfeld in Noppenstruktur geführt, das über die gesamte Überquerungsstellenbreite verlegt wird (T-Form, vgl. Bild 24).

In Bezug zu „Weichdallen“ ist allerdings anzumerken, dass deren Einsatz insbesondere im Außenraum mittlerweile nicht mehr empfohlen wird (vgl.

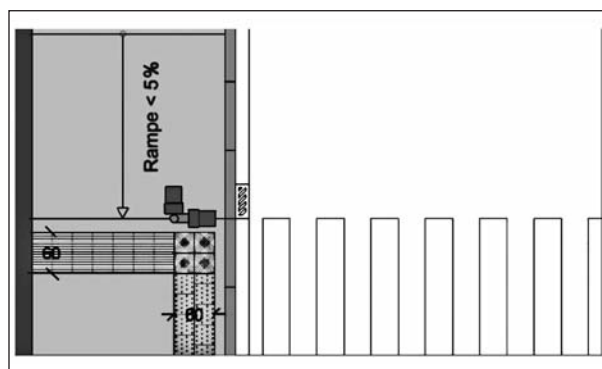


Bild 22: Vorgaben für LSA-gesicherte Überquerungsstelle in Belgien (Association Nationale pour le Logement des personnes Handicapées 1996, S. 55)

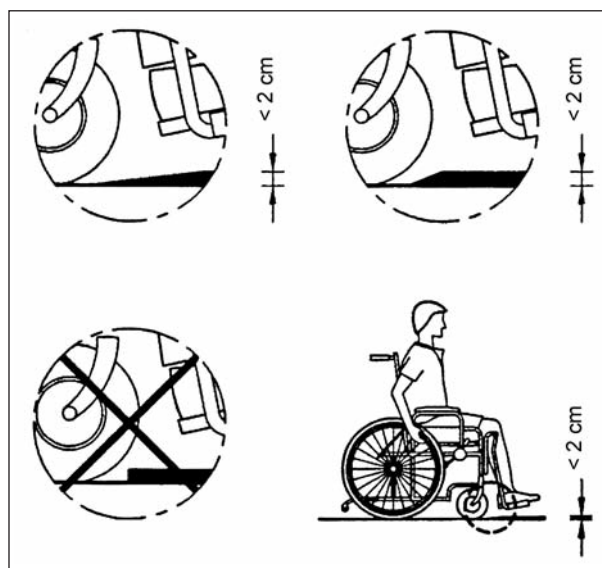


Bild 23: Maximale Kantenhöhe im öffentlichen Verkehrsraum Belgiens (Association Nationale pour le Logement des personnes Handicapées 1996, S. 32)

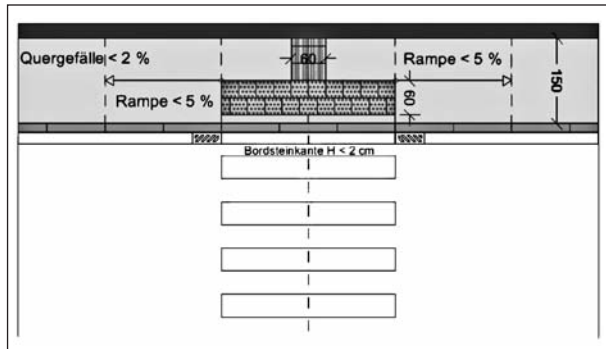


Bild 24: Vorgaben für FGÜ in Belgien (Association Nationale pour le Logement des Personnes Handicapées 1996, S. 44)



Bild 25: Witterungsbedingte Bodenhaftungsprobleme bei „Weichdallen“ an einer Überquerungsstelle in Brügge, Belgien

Association Nationale pour le Logement des personnes Handicapées 1999), da deren Eigenschaften gegenüber Witterungseinflüssen sowie allgemeinem Verschleiß erhebliche Mängel aufweisen (vgl. Bild 25).

3.2.3 Empfehlungen der Interessensvertretungen von Menschen mit Behinderungen

Im Folgenden werden ausgewählte Veröffentlichungen von Seiten der deutschen Selbsthilfevereinigungen von Menschen mit Behinderungen zum Thema Überquerungsstellen analysiert.

„Anforderungen an die Profile und den Einsatz von Bodenindikatoren im öffentlichen Raum“

Das vom Gemeinsamen Fachausschuss für Umwelt und Verkehr (GFUV) des Deutschen Blinden- und Sehbehindertenverbandes, des Deutschen Vereins der Blinden und Sehbehinderten in

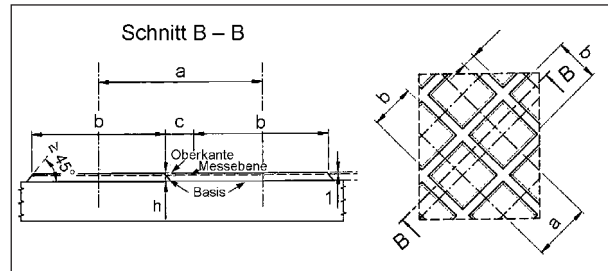


Bild 26: Rautenstruktur für Bodenindikatoren (BEHLING 2008, S. 6)

Studium und Beruf, der Pro Retina Deutschland e. V., des Verbands für Blinden- und Sehbehindertpädagogik e. V. sowie des Bundesverbands der Rehabilitationslehrer/-lehrerinnen für Blinde und Sehbehinderte e. V. veröffentlichte Papier weist zunächst darauf hin, dass „vielerorts [...] versucht [wurde], Bodenindikatoren hinsichtlich ihres Profils und ihrer Funktion zu optimieren. Dies führte zu teilweise sehr unterschiedlichen nationalen Lösungen sowohl für die Gestaltung der Profile als auch der nationalen Systeme. Die Bestrebungen, die Bodenindikatoren auf europäischer und/oder internationaler Ebene zu vereinheitlichen und zu standardisieren, müssen aufgrund nationaler Interessen gegenwärtig als gescheitert betrachtet werden“ (GFUV 2005, S. 2).

Grundsätzlich vermitteln Bodenindikatoren Leit-, Orientierungs- und/oder Warnfunktionen. Dabei sollten die Indikatorstrukturen und Verlegemuster immer in derselben Funktion eingesetzt werden. Noppenstrukturen dienen dabei i. d. R. als Warnelement in Situationen, die erhöhte Aufmerksamkeit erfordern, Rippenstrukturen i. d. R. als Leitelement. Die im Text genannten Abmessungen zu Rippen- und Noppenstrukturen entsprechen dabei der E DIN 32984 (Ausgabe 2009). Allerdings sind auch Maße für Rautenstrukturen enthalten, die keinen Eingang in die DIN 32984 (Ausgabe 2011) gefunden haben. Diesbezüglich werden eine Rautenfeldbreite (a) an der Messebene von 40 mm bis 65 mm, ein waagerechter Abstand der Rauten in der Messebene zwischen 20 und 45 mm (b) und eine Rautenhöhe (h) von der Basis bis zur Oberkante von 5 mm angegeben (vgl. Bild 26).

Die Struktur von Auffindestreifen sollte aus Sicherheitsgründen eine Funktion übermitteln. So sind Ziele, die im sicheren Gehbereich angezeigt werden, mit Rippenstrukturen zu versehen und Auffindestreifen zur Anzeige von Überquerungsstellen sollten Noppenstrukturen aufweisen (BEHLING 2008, S. 17, vgl. Bild 27).

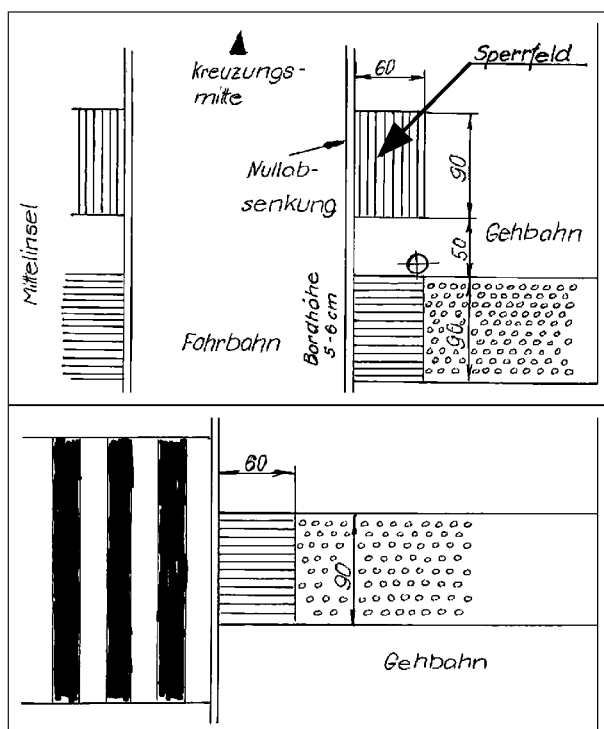


Bild 27: Verlegung von Bodenindikatoren an Überquerungsstellen mit differenzierten und einheitlichen Bordhöhen (BEHLING 2008, S. 11 f.)

DBSV-Verwaltungsrat zur Bordsteinkanten-Problematik

Ein Beschluss des DBSV-Verwaltungsrates legt fest, an Überquerungsstellen alternativ zur 3-cm-Bordhöhe an gesicherten Überquerungsstellen auch Lösungen mit differenzierten Bordhöhen zuzulassen, wenn die Breite der Bordabsenkung auf Fahrbahnniveau maximal 1 m beträgt sowie auch ein 6 cm hoher Bord- und Bodenindikatoren vorgeesehen werden (GFUV 2009).

„Getrennte Querungsstellen/Querungsstellen mit differenzierter Bordhöhe nach E-DIN 32984“

Das vom Beauftragten für barrierefreies Gestalten des Verbandes der Blinden- und Sehbehindertenpädagoginnen und Sehbehindertenpädagoginnen e. V. (VBS) verfasste Papier behandelt die getrennte Führung von sehgeschädigten und gehbehinderten Menschen an Überquerungsstellen.

Zunächst wird festgestellt, dass für „blinde Menschen [...] Bordsteinhöhen von 10 cm bis 12 cm [optimal sind] [...]. Mit dem Blindenstock wird diese deutliche Kante mit großer Sicherheit erkannt. Und wird sie versehentlich doch einmal überschritten, nehmen die Füße den deutlichen Niveauunter-

schied wahr und der blinde Mensch wird sich rasch wieder auf die sichere Fußgängerebene zurückziehen. Eine deutliche abwärts führende Kante ist nämlich das einzige eindeutige Warnsignal für Gefahr im öffentlichen Verkehrsraum, das reflexartig beim versehentlichen Darüber-Gehen eine spontane Reaktion auslöst. Zwar gibt es durchaus sportliche Menschen im Rollstuhl, die eine solch hohe Kante noch bewältigen können. Für die Mehrzahl von ihnen und auch für die Mehrzahl der Menschen mit Rollator stellt sie aber eine unüberwindliche Barriere dar. Optimal für sie sind möglichst geringe Bordhöhen, am besten Niveaugleichheit zwischen Geh- und Fahrbereich – eine Kante hält sie auf, kostet Kräfte und verursacht bei manchen Krankheitsbildern Schmerzen. Niveaugleichheit allerdings stellt eine große Gefahr für blinde Menschen dar. Kann die Grenzlinie zwischen sicherem Geh- und gefährlichem Fahrbereich von ihnen nicht ertastet werden und sie geraten auf die Fahrbahn (im Bewusstsein, noch im Gehbereich zu sein), provoziert dies eine enorme Unfallgefahr [...]. Eine niveaugleiche Gestaltung gefährdet [...] blinde Menschen nicht nur, sie schließt gleichzeitig die weniger mutigen von der selbstständigen Teilnahme am öffentlichen Verkehr aus“ (BÖHRINGER 2010a, S. 1).

In Bezug zur Absenkung der Bordsteine an Überquerungsstellen auf 3 cm wird festgestellt, dass „eine derartige Kante [...] zwar für Verkehrsteilnehmer mit Rollstuhl oder Rollator anstrengend und unangenehm [ist], [...] jedoch von der Mehrheit dieses Personenkreises gerade noch bewältigt werden [kann]. Aber auch blinde Menschen haben mit diesem Kompromiss Probleme. Sie nehmen diesen 3-cm-Bord mit den Füßen nur dann wahr, wenn sie zufällig direkt auf die Kante treten, jedoch nicht mehr, wenn sie diese überschreiten. Gleichzeitig bereitet es ihnen große Mühe, diese Kante mit dem Blindenstock noch zu ertasten, was nur dann mit einiger Sicherheit gelingt, wenn die Höhendifferenz von 3 cm tatsächlich eingehalten wird, der Bordstein praktisch senkrecht ist und der Verrundungsradius an der Kante 10 mm beträgt. Dieser Kompromiss ist also für die Mehrzahl der blinden und sehbehinderten Menschen sowie der Menschen mit Gehbehinderung eine noch akzeptable, aber keine wirklich barrierefreie Lösung, denn er schließt zwei Personenkreise von der selbstständigen Bewegung im öffentlichen Raum aus: leistungsschwächere Rollstuhl- und Rollatornutzer, die diese für sie zu hohe Kante nicht bewältigen können, sowie nicht



Bild 28: Bordsteinabsenkungen auf Fahrbahnniveau in den Niederlanden, Gibraltar, Jordanien und Italien (BÖHRINGER 2010a, S. 2)

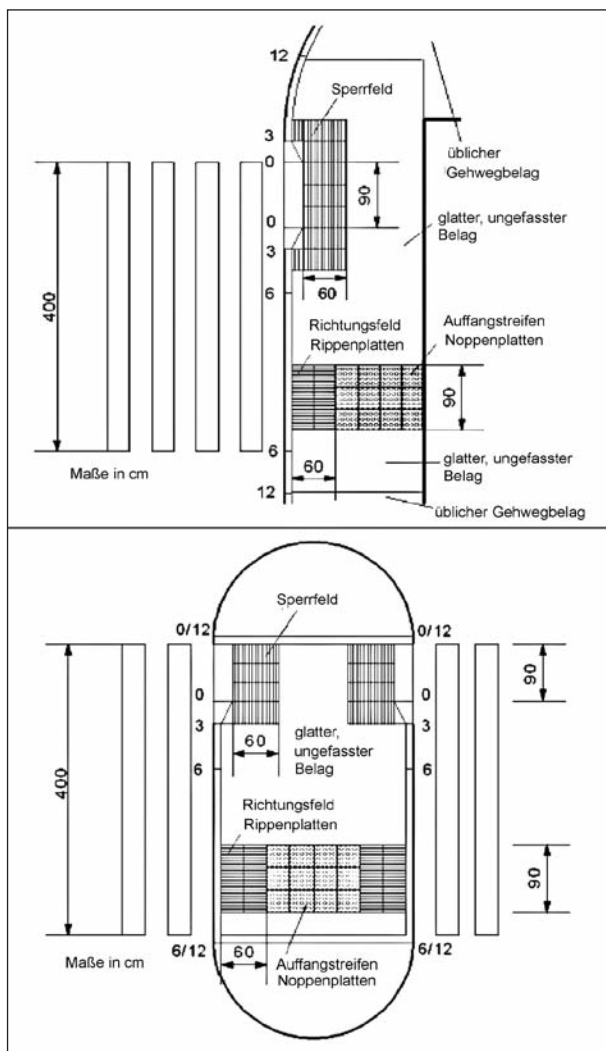


Bild 29: FGÜ mit differenzierten Bordhöhen und Mittelinsel (BÖHRINGER 2010a, S. 7)

optimal mobile blinde Menschen, die diese für sie zu niedrige Kante nicht sicher wahrnehmen können“ (BÖHRINGER 2010a, S. 1 f.).

Daneben werden diverse Lösungen aus dem Ausland hinsichtlich ihrer Tauglichkeit und Verkehrssicherheit kritisiert (vgl. Bild 28).

Als Lösung wird eine Überquerungsstelle mit differenzierten Bordhöhen favorisiert. Dabei sollte der für sehgeschädigte Menschen vorgesehene Überquerungsbereich eine Bordhöhe von mindestens 6 cm und die Bordsteine eine Abrundung von 10 mm bis maximal 15 mm aufweisen. Ein Auffindestreifen in Noppenprofil führt zum erhöhten Bordstein und endet in einem Richtungsfeld mit Ausrichtung der Rippen in Gehrichtung der Überquerungsstelle. Der auf Fahrbahnniveau abgesenkte Bereich ist so schmal wie möglich zu gestalten und darf 1 m Breite nicht überschreiten. Bereiche mit Absenkungen unter 3 cm sollten immer mit einem Sperrfeld mit Rippenprofil abgesichert werden, wobei die Rippenstruktur parallel zum Bord ausgerichtet ist. Die Rippenbreite sollte maximal 10 mm und der Rippenabstand mindestens 30 mm betragen (BÖHRINGER 2010a, S. 3 ff., vgl. Bild 29).

„Handbuch Barrierefreie Verkehrsraumgestaltung“

Die Publikation des Sozialverbandes VdK Deutschland e. V. stellt in Bezug zur Bordhöhe an Überquerungsstellen zunächst fest, dass „Borde und deren Höhe [...] das am häufigsten genannte Beispiel für Zielkonflikte bei der Gestaltung eines barrierefreien Verkehrsraumes, der allen Nutzergruppen gerecht wird [sind]“ [...]. [Diesbezüglich wird formuliert, dass] „je höher der Bord an einer Querungsstelle [ist,] desto größer ist die Anzahl der Rollstuhl- und Rollatornutzer, die von einer Nutzung des öffentlichen Verkehrsraumes ausgeschlossen ist [...] [und] je höher der Bord über Straßenniveau liegt und je stärker die Kante ausgeprägt ist, desto leichter ist er mit dem Stock zu ertasten“ (SIEGER/HINTZKE 2008, S. 49).

In Bezug zur 3-cm-Bordsteinhöhe wird angemerkt, dass mit dieser Lösung prinzipiell sowohl die Belange geheingeschränkter als auch sehgeschädigter Menschen angemessen beachtet werden. Das 3-cm-Bord sollte allerdings grundsätzlich eine gewisse Rundung aufweisen, um die Berollbarkeit ohne größere Schwierigkeiten zu ermöglichen. Dagegen darf der Bord aber auch nicht allzu stark ab-

gerundet sein, damit dieser von blinden Menschen mit dem Langstock noch ertastbar ist. Daher kommt das Handbuch zu dem Schluss, dass ein Bord mit 10 mm Radius gemäß RAS 06 genutzt werden sollte (vgl. Kapitel 3.1). Schrägborde sollten nicht eingesetzt werden, da hierzu noch keine Erkenntnisse über deren Einbauhöhe vorliegen, damit diese ertast- und berollbar sind (SIEGER/HINTZKE 2008, S. 51 f.).

Alternativ „dürfen Borde an Querungsstellen [...] bis auf Straßenniveau abgesenkt werden, wenn die Sicherheit blinder und sehbehinderter Menschen mindestens in gleicher Qualität gewährleistet ist wie mit einem 3 cm hohen Bordstein. Das ist dann der Fall, wenn neben dem auf Straßenniveau abgesenkten Bord auch ein Bord angelegt wird, der eine Höhe von mindestens 6 cm aufweist. Der erhöhte Bord muss optisch kontrastierend ausgebildet und taktil eindeutig auffindbar sein, sodass ein ungewolltes Verlassen des Gehweges durch blinde und sehbehinderte Verkehrsteilnehmer im Bereich der Nullabsenkung verhindert wird“ (SIEGER/HINTZKE 2008, S. 52 f.).

Die Auffindbarkeit von Überquerungsstellen ist sicherzustellen. I. d. R. wird dies mittels Bodenindikatoren gewährleistet, wobei der Auffindestreifen in Noppenstruktur und das Richtungsfeld in Rippenstruktur mit Ausrichtung der Rippen in Überquerungsrichtung auszuführen sind (SIEGER/HINTZKE 2008, S. 55).

„Handbuch über die blinden- und sehbehindertengerechte Umwelt- und Verkehrsraumgestaltung“

Das Handbuch über die blinden- und sehbehindertengerechte Umwelt- und Verkehrsraumgestaltung des Deutschen Blindenverbandes e. V. stellt in Bezug zur Bordsteinhöhe an Überquerungsstellen fest, dass eine Höhe von 3 cm für blinde und sehbehinderte Menschen als Tastkante unbedingt notwendig ist. Zusätzlich sollte die abgesenkte Bordkante visuell kontrastreich markiert werden. Daneben sind Bodenindikatoren in Rillenprofil (Richtungsfelder) im Wartebereich der Überquerungsstelle in einem Abstand von 30 cm zur Bordkante vorzusehen. „Dieser Abstand ist erforderlich, weil Blinde vom sicheren Aufmerksamkeitsfeld (= Richtungsfeld) mit dem vortastenden Blindenstock nach der Bordsteinkante als eindeutige Kennzeichnung für den Übergang vom Gehweg zur Fahrbahn suchen. Bei Aufmerk-

samkeitsfeldern (= Richtungsfeld), die direkt bis an die – möglicherweise noch auf Fahrbahnniveau abgesenkte – Bordsteinkante gelegt worden sind, tastet die Spitze des schräg vorgestellten Langstockes bereits im Fahrbahnbereich. Das als sicher eingeschätzte Aufmerksamkeitsfeld (= Richtungsfeld) würde damit auch zu dicht am fließenden Fahrzeugverkehr liegen“ (KÖNIG 1997, S. 31).

Das Richtungsfeld sollte eine Tiefe von 1 m aufweisen und bei Fußgängerüberwegen über die gesamte Breite und bei signaltechnisch gesicherten Überquerungsstellen beidseitig jeweils etwa 1,5 m vom Lichtsignalmast aus verlegt werden (KÖNIG 1997, S. 30 ff.).

„Orientierung blinder und sehbehinderter Menschen im Straßenverkehr“

Der Text des Vorsitzenden des Blinden- und Sehbehindertenbundes in Hessen e. V. stellt zunächst die generelle Bedeutung der Bordsteinkante für die Fortbewegung sehgeschädigter Menschen dar und weist darauf hin, dass auch Blindenführhunde darauf trainiert werden. Die Trennung von Fahrbahn und Gehwegbereich lediglich über eine Regenrinne stellt diesbezüglich eine große Gefahr dar. In Bezug zur Überquerung von Fahrbahnen wird konstatiert, dass es notwendig ist, „dass der blinde Mensch erkennt, wo sich der Übergang zwischen Fußgängerbereich und Fahrbahnbereich befindet. Dies ist, wie bereits erwähnt, dadurch zu gewährleisten, dass die Fußgängerbereiche höher liegen als die Fahrbahnen. Eine Mindesthöhendifferenz von 6 cm ist anzustreben. Der Bordstein übernimmt dann die taktile Warnfunktion“ (SCHÄFER 2006, S. 4).

Allerdings wird unter Beachtung der Belange gehbehinderter Menschen eine Bordsteinabsenkung auf 3 cm akzeptiert. Um die Auffindbarkeit der Überquerungsstelle sicherzustellen, muss darüber hinaus ein Auffindestreifen über die gesamte Gehwegbreite in 90 cm Tiefe verlegt sein. In Bezug zu Bordabsenkungen auf Fahrbahnniveau wird gefordert, „dass die verlegten Bodenindikatoren den blinden Passanten taktil vor dieser Stelle warnen, oder das Leitsystem muss den blinden Passanten an [...] [der Absenkung auf Fahrbahnniveau] vorbeiführen. Damit auch sehbehinderte Menschen die Querungsstellen möglichst gefahrlos auffinden und nutzen können, müssen die eingesetzten Bodenindikatoren und [...] [Absenkungsbereiche] optisch

gut erkennbar sein, d. h., gute Kontraste zum angrenzenden Bodenbelag sind erforderlich. Nullabsenkungen ohne taktile und optische Sicherungsmaßnahmen sind für blinde und sehbehinderte Menschen eine tödliche Gefahr, weil hier das große Risiko besteht, dass die Betroffenen ahnungslos [...] [auf] die Fahrbahn [...] laufen“ (SCHÄFER 2006, S. 4).

Abschließend wird darauf hingewiesen, dass Bodenindikatoren grundsätzlich entweder eine Leit- oder eine Warnfunktion, z. B. vor Überquerungsstellen, übernehmen, wobei für die Leitung Rippenstrukturen und für die Warnung Noppenstrukturen eingesetzt werden sollten. Ferner sollten Bodenindikatoren mit Rippenstrukturen einen Rippenabstand von mindestens 30 mm aufweisen (SCHÄFER 2006, S. 4 f.).

„Positionspapier zur Trennung des Rad- und Fußgängerverkehrs“

Das gemeinsame Positionspapier zur Trennung des Rad- und Fußgängerverkehrs des Allgemeinen Deutschen Fahrrad-Clubs e. V. (ADFC) und des Blinden- und Sehbehindertenverbandes Thüringen e. V. (BSVT) weist in Bezug zu Bordsteinkanten darauf hin, dass „Bordsteinkanten von 3 cm Höhe [...] auch noch von Rollstuhlfahrern überwunden werden können“ (ADFC/BSVT 2002, S. 3). Demnach sind Bordkanten von 3 cm an Überquerungsstellen akzeptabel, wenn die Bordkante „optimal abgerundet/abgeschrägt (max. 45°) ist, die Höhe von 3 cm nicht überschritten wird (4 cm sind nicht zumutbar!) und die anschließenden Gefälle in beiden Richtungen sehr flach ausgeführt werden (auch für Rollstuhlfahrer wichtig)“ (ADFC/BSVT 2002, S. 5).

„Verkehrsbeobachtung in Dresden“

Das vom Beauftragten für barrierefreies Gestalten des Verbandes der Blinden- und Sehbehindertenpädagoginnen und -pädagogen e. V. (VBS) verfasste Diskussionspapier schlägt für breite Überquerungsstellen von ca. 6 m auf Grundlage einer Verkehrsbeobachtung in Dresden eine Differenzierung der Bordhöhen gemäß Bild 30 vor.

Im Rahmen der Beobachtung wurde auch festgestellt, „dass auf Nullniveau abgesenkte Rampen für jene Rollstuhl- und Rollatornutzer, die nur geringe Armkraft besitzen, eine wertvolle Hilfe und Erleichterung darstellen. Eindringlich zeigt hat

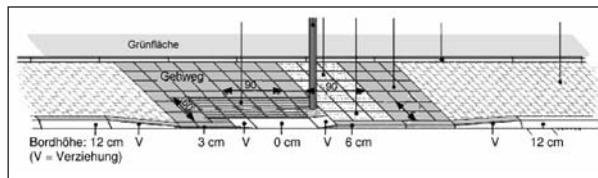


Bild 30: Differenzierte Bordhöhen an 6 m breiter Überquerungsstelle (BÖHRINGER 2009, S. 6)

es sich ebenfalls, dass 90 cm breite Rampen voll ausreichen. Bei extremer Breite einer Überquerungsstelle – wie in Dresden – könnten u. U. beidseitig 90 cm breite Rampen gebaut werden. Diese sollten jedoch – mit Rücksicht auf blinde und sehbehinderte Menschen – keinesfalls zu einer doppelt breiten Rampe zusammengefasst werden. 90 cm als Nullabsenkung sollten nicht überschritten werden! Bei groben Verunreinigungen und spätestens nach einigen Jahren, wenn die Bodenindikatoren der dahinter anzuordnenden ‚Sperrfelder‘ aus quer verlaufenden Rippen Abnutzungsspuren zeigen, sind diese u. U. nicht mehr optimal ertastbar. Breitere Lücken in den Bordsteinkanten werden dann zwangsläufig zu einer unkalkulierbaren Gefahr für blinde Menschen“ (BÖHRINGER 2009, S. 6).

„Warnung vor ‚Kombi-Querungsstellen‘ in der Art von ‚Easycross‘“

Der Deutsche Blinden- und Sehbehindertenverband e. V. (DBSV) weist in einem Rundbrief an die Landesvereine/-verbände im DBSV, die korporativen Mitglieder und die Mitglieder des DBSV-Präsidiums auf die Gefahr einer gezielten Hineinführung blinder Menschen in einen Bordabsenkungsbereich auf Fahrbahnniveau an Überquerungsstellen hin. Dadurch fehle eine eindeutige Grenze zwischen sicherem und gefährlichem Bereich. „Eine deutliche abwärts führende Kante ist nämlich das einzige eindeutige Warnsignal für Gefahr im öffentlichen Raum, das reflexartig beim versehentlichen Darüber-Gehen eine spontane Reaktion auslöst. Dies gilt insbesondere für blinde Menschen, unabhängig davon, ob sie mit dem Langstock oder dem Führhund unterwegs sind“ (DBSV 2010, S. 3). Zudem gibt es keine Möglichkeit, an der Bordkante die Überquerungsrichtung abzunehmen, und es besteht die Gefahr, bei Nutzung der äußeren Leitlinie unbeabsichtigt und unbemerkt auf die Fahrbahn zu geraten. Daneben ist eine Verwechslung mit einer Überquerungsstelle mit differenzierten Bordhöhen nicht auszuschließen (DBSV 2010, S. 3).

3.2.4 Weitere Anforderungen an Funktionalität sowie die Verkehrssicherheit von Überquerungsstellen

Im Folgenden werden die Anforderungen von Überquerungsstellen an die Funktionalität sowie die Verkehrssicherheit z. B. aus Sicht von Kindern, Senioren und Radfahrern unter besonderer Berücksichtigung von Bordabsenkungen und Bodenindikatoren dargestellt.

„Empfehlungen für Radverkehrsanlagen“

Die Empfehlungen der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (FGSV) legen in Bezug zu vom Fußgänger- und Radverkehr gemeinsam genutzten Überquerungsstellen u. a. fest, dass diese Furten mindestens 4,00 m breit sein sollten. Daneben werden vorgezogene Seitenräume empfohlen, da diese den Sichtkontakt verbessern und den Überquerungsweg verkürzen. Eine Kombination mit Mittelinseln oder LSA an höher belasteten Straßen wird angeraten (FGSV 2010a, 57 f.).

Grundsätzlich sollten Straßenabläufe und Schachtdeckel nicht im Überquerungsstellenbereich liegen. Zudem sollten die Schlitze der Ablaufroste generell quer zur Fahrtrichtung angeordnet werden (FGSV 2010a, S. 77).

In Bezug zu Bordsteinhöhen an Überquerungsstellen wird zwischen einer gemeinsamen und getrennten Führung mit dem Fußgängerverkehr unterschieden. Generell wird gefordert, dass der Übergang zwischen Fahrbahn und Seitenraum mit Fahrrädern stoßfrei in direkter Führung und ohne Verschwenkungen gestaltet wird. Für eine gemeinsame Führung mit dem Fußgängerverkehr werden drei Varianten vorgegeben (FGSV 2010a, S. 78 f.):

- Überquerungsstelle mit differenzierten Bordhöhen inklusive Verweis auf die H BVA (vgl. Kapitel 3.1).
- Rampe, die mit Bodenindikatoren abzusichern ist sowie bei Gehwegen mit Zusatz „Radfahrer frei“ auf 1 m Breite beschränkt werden kann. Rampen über die gesamte Überquerungsstellenbreite werden nur für außerörtliche Wege und mit Absicherung durch Bodenindikatoren empfohlen.
- Absenkung der Bordsteine auf 3 cm Höhe, wobei der Bordstein senkrecht zur Fahrtrichtung

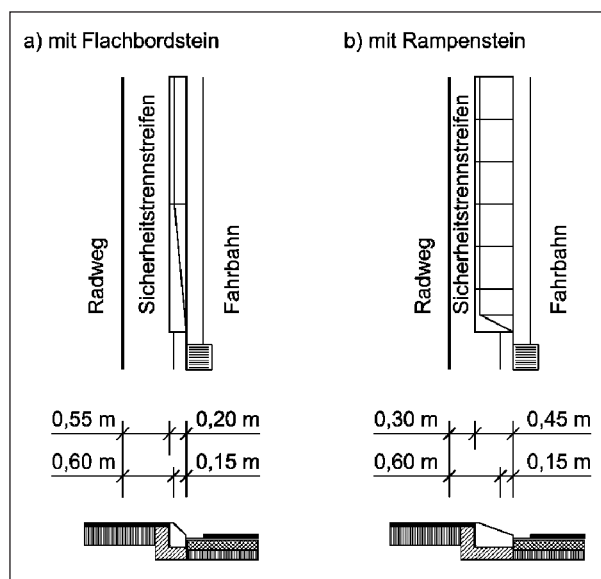


Bild 31: Beispiele für die Ausbildung von Bordsteinabsenkungen an Rad-/Gehwegüberfahrten gemäß ERA (FGSV 2010a, S. 80)

des Radverkehrs ausgerichtet sein sollte. Allerdings wird einschränkend angemerkt, dass die 3-cm-Lösung nur in Ausnahmefällen zur Anwendung kommen sollte, da der Komfort eingeschränkt ist.

Generell wird bei Bordsteinen, die in Längsrichtung überfahren werden müssen, gefordert, dass diese entweder abgeschrägt oder abgerundet sind, um die Überfahrbarkeit im spitzen Winkel zu erleichtern. Unter Beachtung der in Bild 31 dargestellten Ausbildungsmöglichkeiten sind Höhen bis zu 8 cm möglich (FGSV 2010a, S. 79).

„Hinweise zur Integration der Belange von Kindern und Jugendlichen in die Verkehrsplanung“

Die Hinweise der FGSV formulieren in Bezug zu Überquerungsstellen von Fahrbahnen, dass diese so zu gestalten sind, „dass sie von allen angenommen werden, am Fahrbahnrand wartende Personen vom fließenden Verkehr rechtzeitig wahrgenommen werden können und darüber hinaus wartende Kinder und Jugendliche ausreichende Sicht auf den fließenden Verkehr haben. Sie sollen so angelegt werden, dass keine größeren Umwege entstehen und ausreichend Warteflächen vorhanden sind. Die Anlage von [...] [FGÜ], Mittelinseln oder [...] [LSA] ist eine wichtige Überquerungshilfe für Kinder. [...] [LSA-]geregelt Übergänge, an denen Kinder in größeren Gruppen die Straße überqueren wie z. B. an Schulen, sollten mit länge-

ren Grünphasen ausgerüstet sein, um die Gehzeiten zu verlängern und die Wartezeiten zu verkürzen“ (FGSV 2010b, S. 26).

„Mobilitätsbedürfnisse von Kindern und Jugendlichen im Straßenverkehrs- und Bau-recht“

In Bezug zu Überquerungsstellen besteht für Kinder im Grundschulalter das Problem, dass die Geschwindigkeit herannahender Fahrzeuge nicht richtig eingeschätzt werden kann. Zudem haben Kinder in diesem Alter eine reduzierte Gehgeschwindigkeit und Ausdauer sowie eine verminderte Reaktionszeit. Dies führt zu begrenzten Möglichkeiten, außerhalb von gesicherten Überquerungsstellen eine Fahrbahn sicher zu queren. Daher wird gefordert, in angemessenen Abständen Überquerungshilfen anzubieten sowie entlang der Hauptwegebeziehungen von Kindern gesicherte Überquerungsstellen einzurichten (KRAUSE 2005, S. 55 f.).

Mittelinseln eignen sich für Kinder unter 8 Jahren nicht, da es ihnen kaum möglich ist, eine begonnene Aktion zu unterbrechen. Dies wird auch mit Unfallzahlen belegt, die zeigen, dass Kinder häufig auf der zweiten Fahrbahnhälfte verunglücken. Ab etwa 10 Jahren sind Mittelinseln auch von Kindern nutzbar (KRAUSE 2005, S. 56).

Das Vorziehen von Seitenräumen wirkt sich positiv auf die Überquerungsmöglichkeiten von Kindern aus, da dadurch zum einen die zu überwindende Wegelänge reduziert wird und zum anderen die Sichtbeziehungen sowohl für den Fahrzeugführer als auch für das überquerungswillige Kind verbessert werden. Insgesamt wird eine sachgerechte Kombination der genannten Überquerungshilfen gefordert (KRAUSE 2005, S. 57).

Für stark mit Fahrzeugverkehr belastete Straßenräume werden folgende Hinweise gegeben:

- „Querungshilfen sind in kurzen Abständen (in Abhängigkeit von den Zielen) von etwa 100 m (max. 200 m) anzuordnen.
- Als Querungshilfen sind mit nachstehender Priorität einzusetzen:
 - Lichtsignalanlagen (LSA) und Fußgänger-, Radfahrerampeln,
 - Fußgängerüberweg (Zebrastrreifen), wenn die Beachtung durch Autofahrer gesichert ist,

- Vorziehen der Seitenräume,
- Mittelinseln,

wobei möglichst eine Kombination mit Aufpflasterungen vorzuziehen ist [...].

- LSA an Kreuzungen sollten für Fußgänger und Radfahrer bedarfsgesteuert sein, um lange Wartezeiten zu vermeiden, die besonders für Kinder langweilig sind und zur Nichtbeachtung des Rotlichts führen [...].
- Die Wartezeiten für Fußgänger und Radfahrer sollten möglichst unter 20 Sekunden bleiben [...].
- 5 Sekunden Mindestgrünzeit sind für Kinder zu kurz, um noch einmal nach links und rechts zu schauen und sich vor abbiegenden, eigentlich wartepflichtigen Fahrzeugen zu sichern [...].
- Fußgänger-LSA mit Anforderungstaster sind meist mit einer Mindestgrünphase für Kfz eingerichtet. Diese sollte 20 Sekunden nicht überschreiten. Bei Wartezeiten von einer Minute werden Kinder diese ‚Hilfe‘ nicht mehr annehmen [...].
- An Fußgänger-LSA mit Anforderungstaster, die sich nicht einer grünen Welle unterzuordnen haben, ist das Dauergrün der Kfz sofort bei Druck auf den Taster aufzuheben, sodass Wartezeiten bis zum Fußgänger-Grün von maximal 3 Sekunden entstehen [...].
- LSA mit Mittelinsel sind möglichst so zu schalten, dass Fußgänger und Radfahrer in einem Zug auf die andere Straßenseite kommen (Grüne Welle für Fußgänger). Selbst Grundschulkindern sind nur eingeschränkt in der Lage, eine einmal begonnene Handlung zu unterbrechen. Zudem kann das Warten auf einer schmalen Mittelinsel, die auf beiden Längsseiten von schnellfahrendem Autoverkehr passiert wird, angsteinflößend sein.
- Das Halteverbot von pauschal 5 m vor bzw. hinter der Überquerungsanlage ist nicht ausreichend. Im Einzelfall, der in erster Linie von den gefahrenen Geschwindigkeiten und den geometrischen Verhältnissen vor Ort abhängt, kann eine deutliche Ausweitung notwendig sein. Zur Verbesserung der Sicht sollten zudem alle unnötigen Gehwegmöblierungen abgebaut werden [...].“

„Strategien zur Sicherung der Mobilität älterer Menschen“

Das Unfallrisiko ist für ältere Menschen an Überquerungsstellen besonders hoch (ECHTERHOFF 2005, S. 138). Sicherheitserhöhend wirken z. B. eine angemessene Beleuchtung oder die Freihaltung ausreichender Sichtbeziehungen (vgl. Bild 32).

Gleichsam zielführend sind Mittelinseln, da dadurch die Konzentration auf nur jeweils eine Fahrtrichtung ermöglicht wird und der Überquerungsvorgang unterbrochen werden kann. An LSA-gesteuerten Überquerungsstellen ist die der Bemessung von Freigabe- und Räumzeiten zugrunde gelegte Gehgeschwindigkeit zu berücksichtigen, die bei älteren Menschen deutlich reduziert sein kann. Um nicht die allgemeine Leistungsfähigkeit des Knotenpunktes durch generelle Erhöhung der Freigabezeiten für Fußgänger zu reduzieren, werden flexible Lösungen propagiert, z. B. die Freigabezeitverlängerung per Anforderungstaster (ECHTERHOFF 2005, S. 147 ff.).

„Verbesserung der Bedingungen für Fußgänger an Lichtsignalanlagen“

Bedingt durch die Signalfolge „Grün“ – „Rot“ in Deutschland ist es für den Fußgängerverkehr üblich, an signaltechnisch gesicherten Überquerungsstellen auch gegen „Rot“ zu räumen. Das Forschungsvorhaben hat vor diesem Hintergrund untersucht, „inwieweit mit einer veränderten Signalisierung das Überquerungsverhalten günstig beeinflusst und die Interaktionen mit dem Kfz-Verkehr reibungsärmer gestaltet werden können“ (ALRUTZ et al. 2011, S. 1).

Unabhängig davon, dass die Untersuchung zu dem Schluss kommt, dass „die Rot-Grün-Systematik der Fußgänger-Signalisierung wegen ihrer Eindeutigkeit beibehalten werden [sollte]“ (ALRUTZ et al. 2011, S. 6), wurden wichtige Erkenntnisse in Bezug zu den bei der Berechnung von Freigabe- und Räumzeiten zugrunde gelegten Gehgeschwindigkeiten gewonnen. So wurde festgestellt, dass über 70 % der Fußgänger langsamer gehen als der nach den Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA) (FGSV 2010c) zulässige Maximalwert der Räumgeschwindigkeit von 1,5 m/s. „Rund die Hälfte der Senioren und etwa 85 % der mobilitätseingeschränkten Personen sind langsamer als der Regelwert nach RiLSA von 1,2 m/s. Rund 15 % der Senioren

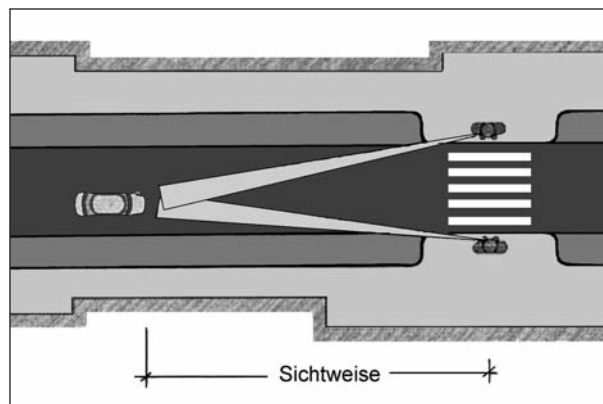


Bild 32: Frei zu haltende Sichtfelder an Fußgängerüberwegen (BMVBS 2001, Bild 1a)

und über die Hälfte der Mobilitätsbehinderten ist langsamer als der Minimalwert nach RiLSA (1,0 m). Diese geringen Gehgeschwindigkeiten und eine in den Berechnungen nach RiLSA nicht berücksichtigte Reaktions- und Zuwegzeit von etwa 2-3 Sekunden (Zeit von Beginn der Grünzeit bis zum Betreten der Fahrbahn) bewirken, dass viele Fußgänger bei kurzen Grünzeiten noch nicht bis zum Ende der Grünzeit die halbe Furtlänge überquert haben können. Zu beachten ist auch, dass viele Senioren und mobilitätseingeschränkte Personen nur sehr eingeschränkt ihre Geschwindigkeit erhöhen können, um die Querung abzuschließen“ (ALRUTZ et al. 2011, S. 4).

„A study of awareness of road rules and road signs among children in Delhi, India“

Der Zeitschriftenartikel stellt eine Untersuchung zum Verkehrsverhalten von Kindern in Delhi vor. Demnach ist das Risiko eines Verkehrsunfalls bei Kindern zwischen 5 und 15 Jahren deutlich höher als in anderen Altersgruppen (CHAKRABARTY 2007, S. 78).

Daneben wurde u. a. festgestellt, dass das Risiko eines Fußgängerverkehrsunfalls bei Kindern mit Hör- oder Sehschädigungen deutlich erhöht ist. Darüber hinaus neigen viele Kinder dazu, die Fahrbahn außerhalb der Kreuzungen zu überqueren, da ihnen die Kreuzungen zu kompliziert erscheinen. Auch können Kinder in ihrer eigenen Gedankenwelt zur Selbstüberschätzung neigen, z. B. was ihre Geschwindigkeit bei der Fahrbahnüberquerung angeht. Dies kann auch zu Fremdgefährdungen führen, wenn die eigene Fähigkeit auf andere Verkehrsteilnehmer übertragen wird und dadurch z. B. kleinere Kinder dazu animiert werden, eben-

falls zu queren, obwohl deren Gehgeschwindigkeit für eine sichere Überquerung nicht ausreicht (CHAKRABARTY 2007, S. 80 ff.).

„Inclusive urban design“

Basierend auf einem Forschungsprojekt zu Demenz stellt die Publikation zunächst fest, dass Menschen, die an Demenz leiden, am häufigsten an Überquerungsstellen und Kreuzungen die Orientierung verlieren, insbesondere wenn die abgehenden Straßen gleichartig gestaltet oder nicht einsehbar sind (BURTON/MITCHELL 2006, S. 70). In Bezug zu Bodenindikatoren an Überquerungsstellen wird angemerkt, dass deren Funktion von dementen Menschen grundsätzlich nicht verstanden wird und ältere Menschen ohne Demenz zwar die Gründe für den Einbau von Bodenindikatoren akzeptieren, diese dennoch als Stolperfalle und unkomfortabel beim Überlaufen ansehen, insbesondere wenn die Bodenindikatoren beschädigt sind. Diesbezüglich ist für sehbehinderte Menschen die visuelle Erkennbarkeit der Ecken von Bodenindikatoren bei großformatigen Platten einfacher als bei kleinen Formaten (BURTON/MITCHELL 2006, S. 121).

„Pedestrians Quality Needs – Perceived Needs“

Im Rahmen der Aktion COST (Cooperation in Science and Technology) 358 wurde in Bezug zur Verkehrssicherheit von Kindern konstatiert, dass falsch geplante Überquerungsstellen die Gefahr für Kinder eher erhöhen, als dass deren Sicherheit gesteigert wird (RISSER 2010, S. 10).

Des Weiteren wurde im Rahmen einer telefonischen Befragung festgestellt, dass knapp die Hälfte der Befragten die Freigabezeiten für Fußgänger an LSA-gesicherten Überquerungsstellen als zu kurz empfinden. Dementsprechend werden ausreichende Freigabezeiten für Fußgänger gefordert. Zudem dürfen die Rotzeiten nicht zu lang sein, da ansonsten die Rotgeheranteile deutlich steigen (RISSER 2010, S. 28 ff.).

Ferner nutzen ältere Menschen bevorzugt gesicherte Überquerungsstellen und finden es gefährlicher, eine Fahrbahn ohne verkehrstechnische Sicherung zu queren. Als Gründe, Fahrbahnen abseits gesicherter Überquerungsstellen zu queren, werden Unbequemlichkeit und Schwierigkeiten durch den Umweg genannt (RISSER 2010, S. 62).

3.3 Ableitung von Grundsätzen bei der Gestaltung und Kategorisierung

Auf Grundlage der Analyse in den Kapiteln 3.1 und 3.2 werden in diesem Kapitel Grundsätze für die Gestaltung einzelner Elemente im Hinblick auf die funktionalen Anforderungen von Nutzerseite zusammengefasst (vgl. Kapitel 3.3.1) sowie die identifizierten Bau- und Gestaltungsformen differenziert und kategorisiert (vgl. Kapitel 3.3.2).

3.3.1 Ableitung von Gestaltungsgrundsätzen für Überquerungsstellen

Die in den Kapiteln 3.1 und 3.2 festgestellten sehr heterogenen Lösungen auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene werden im Folgenden auf ihre Funktionalitäten hin analysiert und interpretiert.

Funktionen von Bordsteinabsenkungen an Überquerungsstellen

Die Forderung nach Absenkung der Bordsteine an Überquerungsstellen ist in allen untersuchten Quellen, die Aussagen zu Bordsteinen an Überquerungsstellen treffen, enthalten. Als Begründung wird i. d. R. die verbesserte bzw. dadurch erst ermöglichte Überrollbarkeit genannt. In einigen Staaten wird die Bordkante an Überquerungsstellen darüber hinaus als wichtiges taktil-visuelles Warnelement, aber auch als Leit- und Informationselement anerkannt. Es kann also zusammenfassend festgehalten werden, dass Bordsteinabsenkungen an Überquerungsstellen von Fahrbahnen folgende Funktionen erfüllen:

- Bordsteinabsenkungen an Überquerungsstellen dienen der Sicherstellung eines einfach, gefahrlos und komfortabel zu überwindenden Übergangs zwischen Seitenraum und Fahrbahn insbesondere für Rollstuhl- und Rollatornutzer. Daneben nutzt die Bordsteinabsenkung z. B. auch Menschen mit Gehbehinderungen, die sich zu Fuß fortbewegen, Fahrradfahrern, Menschen mit Kinderwagen und Menschen mit Rollkoffern.
- Bordsteine dienen auch an Überquerungsstellen zur eindeutigen taktil-visuellen Abgrenzung des Seitenraums von der Fahrbahn insbesondere für sehgeschädigte Verkehrsteilnehmer. Daneben profitieren z. B. auch Kinder und Menschen mit kognitiven Entwicklungsbeeinträchtigungen von hohen Borden.

- Borde können von blinden Menschen mit Langstock, die sich entlang der äußeren Leitlinie fortbewegen, zur Anzeige der Überquerungsstelle genutzt werden.
- Die Bordsteinkante an rechtwinklig zur Fahrbahn ausgerichteten Überquerungsstellen dient blinden Menschen mit Langstock zur Bestimmung der Überquerungsrichtung.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass je geringer die Resthöhe des Bordes an Überquerungsstellen ist, desto einfacher und sicherer wird die Nutzbarkeit der Überquerungsstelle für gehbehinderte Menschen und je höher die Resthöhe des Bordes ist, desto einfacher und sicherer wird die Nutzbarkeit der Überquerungsstelle für sehgeschädigte Menschen (vgl. dazu auch Kapitel 7.1.2).

Funktionen von Bodenindikatoren an Überquerungsstellen

Bodenindikatoren übernehmen an Überquerungsstellen bestimmte Funktionen. Grundsätzlich sind anhand der untersuchten Quellen folgende Funktionen abzuleiten:

- Bodenindikatoren dienen sehgeschädigten Menschen zur Auffindung von Überquerungsstellen.
- Bodenindikatoren dienen sehgeschädigten Menschen zur Hinführung an die Überquerungsstelle.
- Bodenindikatoren dienen sehgeschädigten Menschen zur Warnung vor dem Übergang vom Seitenraum auf die Fahrbahn.
- Bodenindikatoren dienen blinden Menschen mit dem Langstock zur Bestimmung der Überquerungsrichtung.

Um diese Funktionen zu gewährleisten, ohne für andere Verkehrsteilnehmer neue Barrieren zu erzeugen, müssen Bodenindikatoren folgende Eigenschaften erfüllen:

- Bodenindikatoren müssen von blinden Menschen mit dem Langstock und den Füßen taktil leicht und deutlich wahrnehmbar sein.
- Bodenindikatoren müssen von sehbehinderten Menschen visuell leicht und deutlich wahrnehmbar sein.
- Von Bodenindikatoren darf im Sinne der allgemeinen Verkehrssicherheit keine Stolpergefahr ausgehen.

- Bodenindikatoren dürfen keine übermäßige Beeinträchtigung für nicht sehgeschädigte Menschen darstellen.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass die Oberflächenstruktur von Bodenindikatoren für sehgeschädigte Menschen so taktil und visuell kontrastreich wie nötig und für gehbehinderte Menschen möglichst eben und erschütterungsarm sein sollte. In diesem Zusammenhang ist auch auf eine einheitliche Ausführung von Bodenindikatorensystemen hinzuweisen, um deren Interpretation durch die Nutzer zu erleichtern. Daneben ist der Grundsatz des sparsamen Einsatzes von Bodenindikatoren zu beachten: „Bodenindikatoren werden dort eingebaut, wo keine andere Markierung von Gehbahnen und Gehflächen durch sonstige taktil und visuell klar erkennbare Leitelemente oder Leitlinien gegeben ist“ (Norm DIN 32984, S. 6).

3.3.2 Differenzierung und Kategorisierung der Bau- und Gestaltungsformen von Überquerungsstellen

Die Differenzierung der in den Kapiteln 3.1 und 3.2 identifizierten unterschiedlichen Bauarten von Überquerungsstellen erfolgt nach

- Bau- und Gestaltungsformen der Bordsteinabsenkung (vgl. in Kapitel 3.3.1 „Funktionen von Bordsteinabsenkungen ...“),
- Anordnung und Struktur von Bodenindikatoren an Überquerungsstellen (vgl. in Kapitel 3.3.2 „Bodenindikatoren an Überquerungsstellen“).

Bordsteinabsenkungen an Überquerungsstellen

Grundsätzlich übernehmen Bordsteine bestimmte Funktionen (vgl. Kapitel 3.3). Um diese Aufgaben sachgerecht erfüllen zu können, sind gewisse Vorgaben bezüglich ihrer Einbauhöhe und Ausrundung zu beachten. Die in den Kapiteln 3.1 und 3.2 analysierten Quellen treffen diesbezüglich z. T. unterschiedliche Aussagen, die Mehrzahl erwähnt die Bordsteinhöhe und/oder Bordsteinausrundung allerdings gar nicht. Tabelle 1 zeigt einen Vergleich der in den analysierten technischen Regelwerken und Empfehlungen von Straßenbulasträgern zur Gestaltung von Überquerungsstellen aufgeführten Vorgaben zur Bordsteinhöhe an Überquerungsstellen.

Gemäß Tabelle 1 ermöglichen die deutschlandweit gültigen Regelwerke und Empfehlungen (RASt 06,

Bordhöhe	eBh	dBh	eBh + dBh
Publikation			
ISO	0		
Großbritannien	0		
Australien			0 oder 1,9; 0 und 1,9
Österreich			0 oder 3; 0 und ≥ 3
Schweiz	3 oder 4		
DIN 32984			3; 0 und ≥ 6
RASt 06			3; 0 und ≥ 6
H BVA			3; 0 und ≥ 6
Hessen		0 und ≥ 4	
NRW			3; 0 und 6 (3)
Berlin	3		
Bremen	3		
Stuttgart	3		
Chemnitz	3		

eBh: einheitliche Bordhöhe;
dBh: differenzierte Bordhöhen Angaben in cm

Tab. 1: Vorgaben ausgewählter Publikationen zur Bordsteinhöhe an Überquerungsstellen im Vergleich

H BVA, DIN 32984) sowie Österreich und Australien neben der Überquerungsstelle mit differenzierten Bordhöhen auch eine einheitliche Bordhöhe. In Abhängigkeit der Überquerungsstellenbreite folgt auch NRW diesem Ansatz. Allerdings unterscheiden sich die Bordhöhen, so legen die deutschlandweit gültigen Regelwerke und Empfehlungen (RASt 06, H BVA, Norm DIN 32984) die einheitliche Bordhöhe auf 3 cm fest,⁶ während Australien und Österreich neben einer durchgehenden Kante von 1,9 bzw. 3 cm auch eine durchgehende Bordabsenkung auf Fahrbahnniveau zulassen.

Die Bordhöhen des Bereiches für blinde und sehbehinderte Menschen bei Überquerungsstellen mit differenzierten Bordhöhen sind bei den deutschlandweit gültigen Regelwerken und Empfehlungen (RASt 06, H BVA, Norm DIN 32984) übereinstim-

mend mit mindestens 6 cm angegeben, während NRW eine Differenzierung danach vornimmt, ob es sich um einen Fuß- oder um einen gemeinsamen Fuß-/Radweg handelt bzw. nach der Lage (inner- oder außerorts). Österreich und Australien legen für die Bordhöhen des Bereiches für blinde und sehbehinderte Menschen bei Überquerungsstellen mit differenzierten Bordhöhen geringere Höhen als Deutschland fest.

Demgegenüber legen neben den Regelwerken deutscher Städte auch Großbritannien, die Schweiz sowie die internationale Normung eine einheitliche Bordhöhe für Überquerungsstellen fest, wobei die deutschen Städte einheitlich 3 cm favorisieren, während Großbritannien und die internationale Normung eine Bordabsenkung auf Fahrbahnniveau bevorzugen. Die Schweiz ermöglicht unterschiedliche Varianten einer einheitlichen Bordhöhe. Lediglich das Bundesland Hessen legt sich generell auf die Ausbildung von differenzierten Bordhöhen an Überquerungsstellen fest.

Zusammenfassend bleibt in Bezug zu den Vorgaben der Regelwerke zur Bordsteinhöhe an Überquerungsstellen festzuhalten, dass zum einen die einheitliche Bordhöhe von 3 cm in Deutschland, Österreich und der Schweiz etabliert ist und dementsprechend im Rahmen der Labor- und Feldversuche zu Bordsteinen (vgl. Kapitel 7) im Fokus steht. Weiter ist festzustellen, dass daneben die Bordabsenkung auf Fahrbahnniveau weit verbreitet ist, unabhängig davon, ob die Bordkante mit einheitlicher oder differenzierter Einbauhöhe ausgebildet wird. Da diese Bereiche aber i. d. R. mit Bodenindikatoren abzusichern sind (vgl. Anhang B), hat dieser Aspekt im Rahmen der Messungen und Tests mit Bodenindikatoren insofern Beachtung gefunden, als dass an Bodenindikatoren zur Absicherung von Bordabsenkungen auf Fahrbahnniveau aus Sicherheitsgründen entsprechend hohe Anforderungen an die Taktilität und visuelle Erkennbarkeit zu stellen sind.

In Tabelle 2 sind die Vorgaben der analysierten Regelwerke zur Form von Bordsteinkanten an Überquerungsstellen vergleichend dargestellt. Es wird deutlich, dass nur wenige Regelwerke konkrete Vorgaben bezüglich der Form von Bordsteinkanten an Überquerungsstellen machen. Obwohl die Regelwerke der FGSV detaillierte Werte nennen, werden hinsichtlich des zu wählenden Ausradius unterschiedliche Werte angegeben. Über die Spannweite der bei den Tests verwendeten Radien sollten Hinweise für zukünftige einheitliche Regel-

6 Die RAST 06 lässt darüber hinaus „gegebenenfalls [...] auch Schrägbordsteine mit einer maximalen Höhe von 7 cm [...] [zu], um eine starke Querneigung der Gehfläche zu vermeiden“ (FGSV 2007, S. 82). Da die Formulierung „gegebenenfalls“ aber bereits suggeriert, dass es sich nicht um eine Regellösung handelt, wird diese Lösung in Bezug zur Bordhöhe nicht berücksichtigt.

Publikation	Bordsteinform
Großbritannien	abgerundet
Österreich	eBh 3 cm: max. 1 cm breite 45°-Fase
Schweiz	eBh 4 cm: 13-16 cm tiefes Schrägbord mit Neigungswinkel $\geq 14^\circ$
RASt 06	eBh 3 cm: Radius ≤ 10 mm oder Schrägbord ≤ 7 cm
DIN 32984	eBh 3 cm: Radius deutlich < 30 mm
H BVA	eBh 3 cm: Radius 15 mm
Hessen	dBh ≥ 4 cm: scharfkantig
NRW	eBh 3 cm bzw. dBh 6 (3) cm: Radius 15 mm
Bremen	abgerundet
Stuttgart	mit Tastkante
eBh: einheitliche Bordhöhe; dBh: differenzierte Bordhöhen	

Tab. 2: Vorgaben ausgewählter Regelwerke und Empfehlungen zur Form von Bordsteinkanten an Überquerungsstellen im Vergleich

werksempfehlungen abgeleitet werden. Da durchaus auch Bordsteine mit Abschrägung an Überquerungsstellen zum Einsatz kommen, wurden Variationen in die durchgeführten Messungen und Tests aufgenommen (Kapitel 7).

Bodenindikatoren an Überquerungsstellen

Grundsätzlich übernehmen Bodenindikatoren an Überquerungsstellen bestimmte Funktionen (in Kapitel 3.3.1 „Funktionen von Bodsteinabsenkungen ...“). Um diese Aufgaben sachgerecht erfüllen zu können, sind gewisse Vorgaben bezüglich Struktur, Verlegeart und Maße zu beachten. Generell festgestellt werden kann, dass die in den Kapiteln 3.1 und 3.2 identifizierten unterschiedlichen Bauarten von Überquerungsstellen i. W. dem Grundprinzip der funktionalen Zweiteilung von Bodenindikatoren in Warn- und Leitelemente folgen, die Detailumsetzung sich allerdings z. T. erheblich unterscheidet:

- Systeme, die sich systemisch eng an das ursprünglich in Japan entwickelte Verlegesystem anlehnen, sehen Warnelemente am bzw. mit einem Sicherheitsabstand zum Fahrbahnrand i. d. R. über die gesamte Überquerungsstellen- bzw. Absenkungsbreite vor. Ziel ist, die Verkehrsteilnehmer vor der Überquerungsstelle sicher zum Halten zu bringen. Bei Bedarf bzw. je nach Verlegevorschrift werden zusätzlich Leitelemente im Seitenraum verlegt, die zum Warnindikator am Fahrbahnrand führen. Diesem An-

Bodenindikatoren mit Noppenstrukturen			
Maßvorgaben	Höhe	Breite	Abstand
Publikation	[mm]	[mm]	
ISO	4-5	Kegel FP: 22-35 ± 1 OK: 12-25 Kuppel FP: 25-35	Kegel SP: 42-70 Kuppel SP: 45-61
Großbritannien	5 \pm 0,5	FP: 25	64
Australien	4-5	FP: 35 ± 1	o: 65 ± 1 SP: 50 ± 1
Österreich	4-5	20-40	SP: 2 Rillenmittellinien
Japan	5+1	OK: 12 + 1,5 FP: 22 + 1,5	SP: 55-60 $\pm 1,5$
H BVA	4,5-5	20-30	SP: 50-60 FP: 25-40
DIN 32984	4-5 $\pm 0,5$	20-30 $\pm 0,5$	o: 50-75 $\pm 0,5$ d: 35-53 $\pm 0,5$
Hessen	≥ 3	-	SP: ≥ 40
NRW	4-5	30	SP: 75
Chemnitz	10-20	FP: 53	SP: 50-60
FP: Fußpunkt; OK: Oberkante; SP: Scheitelpunkt; o: orthogonal; d: diagonal Angaben in mm			

Tab. 3: Maßvorgaben ausgewählter Regelwerke und Empfehlungen zu Bodenindikatoren mit Noppenstrukturen im Vergleich

satz folgen fast alle analysierten ausländischen Regelwerke bzw. Staaten.

- Systeme, die an Überquerungsstellen am Fahrbahnrand einen Leitindikator vorsehen, der die Überquerungsrichtung übermittelt. In Abhängigkeit der jeweiligen Verlegevorschrift wird zusätzlich ein Warnindikator als Auffindestreifen im Gehwegbereich über die gesamte Breite verlegt, der zum Leitindikator vor der Bordkante führt. Diesem Ansatz folgen die meisten analysierten Regelwerke aus Deutschland sowie Schweden.

Tabelle 3 zeigt, dass in den analysierten Regelwerken eine eindeutige Tendenz hinsichtlich der Höhe von Noppen von mindestens 4 mm und höchstens 5 mm festzustellen ist. Lediglich die Vorgaben in Hessen und Chemnitz weichen davon ab, wobei Großbritannien und Japan generell eine Höhe von 5 mm vorschreiben und auch eine geringe Toleranz nach oben zulassen. Da auf dem deutschen Markt für den Außenbereich nur Bodenindikatoren mit einer Höhe von 4,5 mm und 5 mm angeboten werden, wurden diese Maße für die Produktauswahl bei den Tests berücksichtigt.

Hinsichtlich der Breite von Noppen kann allerdings anhand der analysierten Regelwerte keine eindeutige Tendenz abgeleitet werden. Die Vorgaben bewegen sich zwischen 12 mm Breite an der Oberkante in Japan und in der internationalen Norm sowie 53 mm in Chemnitz, wobei eine Breite zwischen 22 mm und 35 mm alle Vorgaben außer der Chemnitzer zumindest z. T. berücksichtigt. Um der Streubreite bei den Noppenbreiten in etwa gerecht zu werden, wurden in den Versuchen verschieden breite Noppen verwendet.

Der Abstand der Noppen zueinander ist oftmals von der Noppenbreite abhängig und variiert entsprechend ebenfalls, nämlich zwischen 25 mm von Fußpunkt zu Fußpunkt und 75 mm als orthogonaler Abstand bzw. Abstand von Scheitelpunkt zu Scheitelpunkt. Gleichwohl kann mit der Bandbreite eines Noppenabstandes der Scheitelpunkte zwischen 50 mm und 75 mm allen Vorgaben weitgehend Beachtung geschenkt werden.

In Tabelle 4 sind die Maßvorgaben der analysierten Regelwerke zu Bodenindikatoren mit Rippenstrukturen vergleichend dargestellt. Demnach kann als Tendenz eine Noppenhöhe zwischen 4 mm und 5 mm abgeleitet werden.

Lediglich Hessen und einzelne Varianten in der EU-Norm liegen darunter. Geringfügig höhere Werte lassen nur Japan und die DIN 32984 sowie ebenfalls einzelne Varianten in der EU-Norm zu. Da auf dem deutschen Markt für den Außenbereich nur Bodenindikatoren mit einer Höhe von 4,5 mm und 5 mm angeboten werden, wurden diese Maße auch für die Produktauswahl bei den Rippenplatten für die Tests berücksichtigt.

Die Rippenbreite variiert allerdings erheblich von 1 mm bei Sinusrillen bzw. von 5 mm bis zu 55 mm bei Rippen, eine klare Tendenz ist nicht abzuleiten.

Die Varianz der Rippenabstände bewegt sich zwischen 10 mm und 85 mm, wobei eine Lücke zwischen mehr als 40 mm und weniger als 75 mm festzustellen ist, mit Ausnahme von Berlin sowie einzelner Plattenvarianten in der EU- und der ISO-Norm. In den letzten Jahren hat sich allerdings in Deutschland die Verwendung von Rippen durchgesetzt. Rillen spielen keine Rolle mehr, da sie aufgrund veränderter Hilfsmittel (Stichwort Stockspitzen, vgl. Kapitel 5.4) im Außenbereich taktile keine Wirkung mehr entfalten. Dementsprechend wurden im Rahmen der Tests von Bodenindikatoren nur Rippenplatten mit unterschiedlichen Talbreiten verwendet.

Bodenindikatoren mit Rippenstrukturen			
Maßvorgaben	Höhe	Breite	Abstand
Regelwerk	[mm]	[mm]	
H BVA	4,5-5	5-15	ME: 25-40 (35)
DIN 32984	4-5 ± 0,5	ME: 5-15 ± 0,5	ME: 25-35 ± 0,5
Hessen	≥ 3	-	≥ 20 (30-40)
NRW	4-5	OK: 10	SP: 43; OK: 33
Stuttgart	4	14	> 20-40
Berlin	4	15	50
Australien	4-5	25±1	SP: 75 mm ± 5
Österreich	4-5	20-40	20-32
Schweiz	4-5	30	30
Japan	5+1	OK: 17 + 1,5 FP: 27 + 1,5	SP: 75 mm + 1,5
EU	R1: 4,5-5,5 R5: 3,5-4,5 G1: 3,5-4,5 G2: 2,5-3,5	R1 FP: 10 (20/30) - 15 (25/35) R2 FP: 20 (50) - 25 (55) G1 OK: 1 - < 5 FP: 10 - < 15 G2 OK: 5 - < 10	R1: ≥ 40 (45/10) - 45 (50/15) G1 SP: 20 - < 25 G2 SP: 20 - < 25 FP: 10 - < 15
ISO	4 - 5	Rippe OK: 17-30 FP: 27-40 ± 1 Welle FP: 15-25 Sinusrille SP: 40-52	Rippe: 57-85 Welle SP: 40-55

FP: Fußpunkt; ME: Messebene; OK: Oberkante; SP: Scheitelpunkt; R: gerippte Oberfläche; G: gerillte Oberfläche
Angaben in mm

Tab. 4: Maßvorgaben ausgewählter Regelwerke und Empfehlungen zu Bodenindikatoren mit Rippenstrukturen im Vergleich

4 Analyse empirischer Untersuchungen Dritter

4.1 National

4.1.1 „Beobachtungen an einer Kreuzung in Kassel“

Der Beauftragte für barrierefreies Gestalten des Verbandes der Blinden- und Sehbehindertenpädagoginnen und -pädagogen e. V. (VBS) hat die Ergebnisse seiner Beobachtung einer Überquerungsstelle mit differenzierten Bordhöhen in Kassel in einem Papier zusammengefasst. Demnach überquerten rund drei Viertel der beobachteten Verkehrsteilnehmer die Fahrbahn direkt über die 3,5 cm hohe Bordabsenkung und 12 % über den

Hochbord von 12 cm. „Nur wenige Passanten nutzten konsequent alle Rollborde [Absenkung auf Fahrbahnniveau, Hinweis der Autoren], darunter eine der sechs beobachteten Personen mit Kinderwagen sowie zwei der drei Rollatornutzer [...]. In keinem Fall war erkennbar, dass die Bordsteinkanten von ca. 3 cm bzw. 12 cm Höhe (im Bereich der Mittelinsel) die nicht behinderten Passanten störten, bremsten oder gar gefährdeten. Fazit: Eine Notwendigkeit, die Rollborde zu vergrößern, weil sie ‚überfüllt‘ gewesen wären, war zu keinem Zeitpunkt zu erkennen. Für die beiden Rollator- und sicherlich auch für manchen Rollstuhlnutzer sind die Rollborde aber eine wertvolle Hilfe“ (BÖHRINGER 2008a).

4.1.2 „Untersuchungen unterschiedlicher Bodenindikatoren in Hamburg“

Der Hamburger Verkehrsverbund beauftragte im Jahr 2011 eine Untersuchung, bei der die Wahrnehmbarkeit der in U- und S-Bahn-Haltestellen verlegten taktilen Bodenindikatoren überprüft werden sollte (HVV 2011). Eine Überprüfung war aus Sicht des HVV erforderlich geworden, da blinde und sehbehinderte Menschen immer häufiger statt Langstöcken mit feiner Metallspitze solche mit gröberen Rollspitzen nutzen. Dies zeigte sich auch bei der Befragung der blinden und sehbehinderten Menschen im Rahmen dieses FE-Vorhabens (vgl. Kapitel 5).

Im Einzelnen sollte dabei geklärt werden,

- ob und wie die bisher verbauten taktilen Bodenindikatoren auch unter veränderten Nutzerbedingungen funktionieren,
- ob und wie in den letzten Jahren vom Deutschen Blinden- und Sehbehindertenverband e. V. (DBSV) zunehmend favorisierte gröbere Bodenindikatoren in den Funktionsbereichen „Leitstreifen“ und „Aufmerksamkeitsfeld“ ihre Aufgaben besser erfüllen,
- wie groß die Unterschiede zwischen den verschiedenen Bodenindikatoren von den Teilnehmern der Untersuchung bewertet werden,
- wie andere Nutzergruppen mit unterschiedlichen Bodenindikatoren zurechtkommen (Rollstuhlfahrer, Rollatornutzer, Fußgängerinnen mit hochhackigen Schuhen),
- ob Kaltplastiken als taktile Bodenindikatoren funktionieren und

- ob Notrufsäulen mit Hilfe eines Aufmerksamkeitsfeldes aus Noppen, das bahnsteiginnen-seitig an den Leitstreifen entlang der Bahnsteigkante angrenzt, von blinden Menschen gefunden werden können.

Für die Untersuchung wurde zunächst eine ca. 19 m lange und 1,3 m breite Teststrecke mit unterschiedlichen Funktionsbereichen (Leitstreifen und Aufmerksamkeitsfelder) und taktilen Bodenindikatoren (unterschiedliche Rippen- und Noppenplatten; Auswahl in Anlehnung an Empfehlungen des Deutschen Blinden- und Sehbehindertenverbandes e. V.) gebaut. Die Teststrecke bestand im Einzelnen aus den folgenden Elementen:

- Drei jeweils ca. 4 m lange und 30 cm breite Leitstreifen mit unterschiedlichen Rippensteinen: 30 mm, 40 mm und 50 mm Achsabstand der Rippen (Bild 33).
- Drei an die Leitstreifen anschließende Aufmerksamkeitsfelder mit den o. g. unterschiedlichen Rippensteinen und Richtungswechsel der Rippen (Breite: 90 cm, Länge 120 cm). Der erste Teil des Feldes mit Verbreiterung von 30 cm (Leitstreifen) auf 90 cm Breite sollte Aufmerksamkeit erzeugen, der zweite Teil des Feldes mit Steinen, deren Rippenrichtung quer zur Laufrichtung verlief, sollte einen Richtungswechsel ankündigen (Bild 33).



Bild 33: Beispiel für einen Leitstreifen und ein Aufmerksamkeitsfeld auf der Teststrecke des HVV

- Ein Aufmerksamkeitsfeld mit vier Noppensteinen (Größe 60 cm x 60 cm, Ausführung mit 32 Kugelkalotten pro Platte). Von dem Aufmerksamkeitsfeld gingen drei Leitstreifen mit Rippenplatten unterschiedlichen Rippenabstandes ab.
- Ein gesondertes Feld mit zwei direkt nebeneinander liegenden 120 cm x 30 cm großen Streifen aus Noppensteinen unterschiedlicher Ausprägung: Ausführung mit 50 Kegelstümpfen pro Platte und 32 Kugelkalotten pro Platte (Bild 34).

Die in der Teststrecke verbauten Leitsysteme sollten zunächst von blinden und sehbehinderten Menschen (36 Teilnehmer mit unterschiedlichen Langstockspitzen, vgl. Tabelle 5) hinsichtlich der Eignung für eine Verwendung als Leitstreifen und für Aufmerksamkeitsfelder eingeschätzt werden. Anschließend wurde geprüft, inwieweit die verbauten Blindenleitsteine die Bewegungsmöglichkeiten von



Bild 34: Beispiel für ein Feld aus Noppenplatten

Anzahl	Spitze	Anteil
12	Zylindrische Kunststoffspitze (d = 28 mm bis 35 mm)	33 %
10	Kugelförmige Kunststoffspitze (d = 55 mm)	28 %
3	Halbkugelförmige Spitze (Keramik, Kunststoff, Metall), d = 25 mm bis 32 mm	8 %
3	Kunststoffscheibe (d = 65 mm)	8 %
2	Kugelförmige Kunststoffspitze (d = 30 mm bis 35 mm)	6 %
Summe rollende Spitzen (N = 30)		83 %
4	Kunststoff- und Keramikspitze (d = 25 mm bis 35 mm)	11 %
2	Kugelförmige Kunststoffspitze (d = 30 mm bis 35 mm)	6 %
Summe feste Spitzen (N = 6)		17 %

Tab. 5: Übersicht über die verwendeten Langstockspitzen bei der Begehung (Quelle: HVV 2011)

Rollstuhlfahrern (fünf Teilnehmer) und Rollatornutzern (drei Teilnehmer) eingeschränkt werden und ob bei einer Teilnehmerin mit hochhackigen Schuhen Gehunsicherheiten auf den einzelnen taktilen Bodenindikatoren auftraten.

Zusätzlich wurde der Test um eine Untersuchung besonderer Situationen an jeweils einer U- und S-Bahn-Haltestelle erweitert. In der U-Bahn-Station wurde neben den dort verbauten Systemen die Eignung von Kaltplastik als Leitstreifen geprüft. An der S-Bahn-Haltestelle wurde überprüft, ob eine Notrufsäule in Bahnsteigmitte mit Hilfe eines Noppenfeldes am Leitstreifen entlang der Bahnsteigkante aufgefunden werden konnte.

Die Untersuchungen mit blinden und sehbehinderten Menschen lieferten folgende Ergebnisse:

- Die drei unterschiedlichen Leitstreifen (30 mm, 40 mm und 50 mm Achsabstand der Rippen) auf der Teststrecke wurden alle wahrgenommen. Es wurde deutlich, dass mit zunehmendem Achsabstand der Rippen auch die Signalstärke zunimmt. Allerdings schwanken die Empfehlungen der Teilnehmer zwischen 30 mm und 50 mm Rippenachsabstand. Das bei 50 mm Rippenachsabstand besonders stark wahrgenommene Signal wird von vielen Teilnehmern begrüßt, von genauso vielen Teilnehmern aber auch kritisiert, da ihnen das Signal zu ruppig ist, die Gehgeschwindigkeit gebremst wird und die Vibrationen das Handgelenk, den Arm und die Schulter belasten.
- Die drei Aufmerksamkeitsfelder „Rippe“ mit Richtungswechsel der Rippe (Größe 90 cm x 120 cm; 30 mm, 40 mm und 50 mm Rippenachsabstand) wurden unterschiedlich gut bewertet. Je größer der Achsabstand der Rippen war, desto deutlicher wurde der Richtungswechsel der Rippe wahrgenommen. Bei 30 mm Rippenabstand hatte insbesondere die Gruppe der Teilnehmer mit großer rollender kugelförmiger Kunststoffspitze Schwierigkeiten, den Richtungswechsel wahrzunehmen. Die Größe der drei Aufmerksamkeitsfelder wurde mit 120 cm x 90 cm überwiegend als gut bezeichnet. Die Empfehlungen der Teilnehmer zur Auswahl der am besten bzw. am wenigsten geeigneten Rippenplatte für Aufmerksamkeitsfelder entsprachen denen zu den Leitstreifen.
- Das Aufmerksamkeitsfeld „Noppe“ (Größe 60 cm x 60 cm, 32 Kugelkalotten pro Platte) wurde

häufiger nicht oder schlecht wahrgenommen. Die Teilnehmer bewerteten das wahrgenommene Signal als zu schwach und zu undeutlich. Sie empfahlen daher eine Vergrößerung des Aufmerksamkeitsfeldes und/oder die Verwendung von Noppenplatten mit markanterer Struktur. Der Vergleich zwischen Noppenplatten mit 50 Kegelstümpfen pro Platte und 32 Kugelkalotten pro Platte ergab, dass eine deutliche Mehrheit Noppenplatten mit dicht besetzten Kegelstümpfen für die Verwendung bei Aufmerksamkeitsfeldern befürwortete.

- Die deutliche Mehrheit der Teilnehmer sprach sich dafür aus, unterschiedliche Funktionen von Aufmerksamkeitsfeldern mit unterschiedlichen taktilen Bodenindikatoren zu markieren. Von ihnen wurde empfohlen, Richtungen und Richtungswechsel mit Rippenplatten sowie einzelne Besonderheiten, wie Notrufsäulen und Treppenabgänge, mit Noppenplatten zu markieren.
- Bei der Untersuchung mit Verwendung einer fremden Stockspitze wurden die o. g. Ergebnisse weitgehend bestätigt. Die Teilnehmer schilderten beim Wechsel von einer kleinen zu einer größeren Stockspitze eine geringere und weniger differenzierte Wahrnehmung der Streckenabschnitte. Umgekehrt blieb bei einem Wechsel von einer größeren zu einer kleineren Stockspitze diese eher hängen und sprang mehr. Die Oberflächenstruktur wurde hier intensiver und genauer wahrgenommen, die Signale der Stockspitze waren feinfühlig, das Laufen aber anstrengender.

Die Untersuchungen mit Rollstuhl- und Rollatornutzern auf der Teststrecke ergaben, dass mit zunehmendem Rippenachsabstand die Schwierigkeiten beim Befahren der Rippenplatten in Rippenrichtung, senkrecht zur Rippenrichtung und schräg zur Rippenrichtung wachsen. Rollstuhl und Rollator rüttelten bei einem Achsabstand der Rippen von 50 mm stark. Dies belastet Handgelenke und Schultern und kann nach den Aussagen der Teilnehmer Spastiken auslösen.

Die Teilnehmerin mit hochhackigen Schuhen auf der Teststrecke berichtete, dass das Laufen über die Noppenplatte mit 50 Kegelstümpfen pro Platte unangenehm, aber nicht gefährlich sei. In einem zweiten Durchgang mit Stiletto berichtete sie, dass das Laufen über die Noppenplatten mit 32 Kugelkalotten pro Platte ohne Probleme möglich sei, bei Noppenplatten mit 50 Kegelstümpfen pro Platte die

Hacke abrutsche, der Schuh kippe und das Laufgefühl sehr unsicher sei. Bei den drei unterschiedlichen Rippenplattentypen hatte sie keine Probleme bei einem Achsabstand der Rippen von 30 mm, während bei einem Abstand von 50 mm die Hacke abrutschte, der Schuh kippte und das Laufgefühl sehr unsicher war.

Die einzige blinde Teilnehmerin mit hohen Absätzen hatte keine Probleme und kein Unsicherheitsgefühl auf den Blindenleitplatten mit großem Rippenabstand oder den unterschiedlichen Noppen.

Die Untersuchungen an der U-Bahn-Haltestelle und der S-Bahn-Haltestelle zu besonderen Situationen vor Ort ergaben Folgendes:

- Die Teilnehmer konnten der Richtung der Leitstreifen mit 12 mm Rippenabstand und 20 mm Rippenabstand überwiegend gut folgen, trotz des im Vergleich mit den Leitstreifen in der Teststrecke deutlich geringeren Rippenabstandes und des bergbündigen Einbaus.
- Der an der Haltestelle Hamburger Straße verlegten Kaltplastik als Leitstreifen (Rippenhöhe 3 mm) konnten die Teilnehmer deutlich schlechter und mühsamer und nur mit mehr Konzentration als beim Betonleitstreifen folgen.
- Die Systematik zum Auffinden der Notrufsäule in Bahnsteigmitte bereitete der Mehrheit der Teilnehmer keine Schwierigkeiten. Das Aufmerksamkeitsfeld „Noppe“ (Größe 60 cm x 60 cm; 50 Kegelstümpfe pro Platte) neben dem Leitstreifen wurde gut wahrgenommen. Die meisten Teilnehmer fanden nach einem rechtwinkligen Abbiegen vom Aufmerksamkeitsfeld in Richtung Bahnsteigmitte die Notrufsäule.

4.1.3 „Minikreisel mit Blindenleitsystem“

Das vom Beauftragten für barrierefreies Gestalten des Verbandes der Blinden- und Sehbehindertenpädagoginnen und Sehbehindertenpädagoginnen e. V. (VBS) verfasste Papier behandelt die vor Ort eingebauten Höhen von Bordsteinabsenkungen an Überquerungsstellen an einem Minikreisverkehrsplatz in Stuttgart. Dabei wurde festgestellt, dass die vorgegebene Bordhöhe von 3 cm bei einer Toleranz von 10 % bei rund einem Drittel der Bordhöhen eingehalten wurde. 6 % der Bordkanten weisen eine Abweichung zwischen 10 % und 20 % auf und 63 % liegen um mehr als 20 % darunter (BÖHRINGER 2010b, S. 2).

4.1.4 „Tests von Bodenindikatoren durch blinde Menschen, Rollstuhl- und Rollatornutzer“

Im Rahmen einer Untersuchung des Beauftragten für barrierefreies Gestalten des VBS wurde eine Vielzahl unterschiedlicher Leit- und Aufmerksamkeitsstrukturen auf einer Teststrecke in Stuttgart sowohl von sehbehinderten als auch von körperbehinderten Menschen getestet (BÖHRINGER 2008b).

Die ersten Untersuchungsergebnisse auf der Teststrecke wurden in den Jahren 2000/2001 gewonnen. Im Laufe der Jahre wurde die Teststrecke häufig erweitert oder umgebaut (zuletzt 2008), da sich Produkte als unbrauchbar erwiesen haben und durch neu entdeckte bzw. entwickelte Produkte ersetzt wurden.

Im Jahr 2008 bestand die Teststrecke aus insgesamt 38 Bodenindikatorstrukturen, davon 23 Leitstrukturen und 15 Aufmerksamkeitsfelder (Bild 35). Eingebaut waren 28 Bodenindikatoren aus Deutschland, vier aus Dänemark, je zwei aus den Niederlanden und Österreich und je ein Bodenindikator aus Schweden und der Schweiz. Aufgrund der beschränkten räumlichen Gegebenheiten waren die Testfelder jeweils 1,5 m lang. Dadurch konnten auf einem Testfeld ein bis zwei Schritte zurückgelegt werden. Die Testfelder lagen ohne größere Unterbrechungen durch glatte Strukturen unmittelbar nebeneinander.

Die Testergebnisse der Leitstrukturen mit 24 sehbehinderten Menschen aus dem Jahr 2008 ergaben teils eine „hervorragende“ und teils eine „untaugliche“ Bewertung durch die Probanden. Bei den drei ersten Leitstrukturen handelte es sich um



Bild 35: Umgebaute Teststrecke in Stuttgart (BÖHRINGER 2008b)

Bodenindikatoren mit Hohlkörper. Diese geben nicht nur eine taktile Rückmeldung über den Langstock, sondern zusätzlich eine verstärkte akustische Rückmeldung. Dazwischen lag ein relativ breites Feld von Strukturen, die von den Probanden als „brauchbar“ eingestuft wurden (Durchschnittsnoten 2,4 bis 3,3). Der Vergleich der Testergebnisse aus dem Jahr 2008 mit den Ergebnissen aus den Jahren 2000/2001 zeigte: Jene Strukturen, die damals eine schlechte Note erhielten, wurden im Jahr 2008 noch schlechter beurteilt. Strukturen, die damals eine gute Note erhielten, wurden im Jahr 2008 noch besser beurteilt.

Zusammenfassend wurden in den Untersuchungen der Leitstrukturen folgende Testergebnisse erzielt:

- Bei der Auswertung wurde nicht das Achsmaß der Rippen, sondern die Talbreite zwischen den Rippen (gemessen 1 mm unter der Oberkante der Rippe) verwendet. Strukturen mit größerer Talbreite zwischen den Rippen waren in der Regel besser als jene mit geringer Talbreite, jedoch nicht „unbegrenzt“: Die besten Strukturen wiesen eine Talbreite von 30 mm bzw. 35 mm auf.
- Strukturen mit größerer Rippenhöhe schnitten in der Regel besser ab als jene mit geringerer Rippenhöhe. Die am besten beurteilte Struktur wies eine Rippenhöhe von 4,5 mm auf.
- Strukturen mit trapezförmigem Querschnitt schnitten in der Regel besser ab als Strukturen mit sinusförmigem bzw. flach kreisrundem Querschnitt.
- Strukturen mit schmalen Rippen schnitten deutlich besser ab als Strukturen mit breiten Rippen.

Die Beurteilung der Aufmerksamkeitsstrukturen ergab im Mittel eine bessere Bewertung als bei den Leitstrukturen. Tendenzen mit der Einstufung „untauglich“ wurden nicht genannt. Als Grund wurde angeführt, dass jene Strukturen, die bei der ersten Testphase sehr schlechte Ergebnisse erbracht hatten, zwischenzeitlich aus Platzgründen entfernt werden mussten. Die noch vorhandenen Strukturen konnten dagegen als zumindest brauchbar bezeichnet werden.

Die Spitzengruppe mit Beurteilungen zwischen durchschnittlich 1,1 und 1,7 wurde wie bei den Leitstrukturen von hohl klingenden Strukturen gebildet. Darunter befanden sich Hohlkörper-Bodenindikatoren aus glasfaserverstärktem Polymerbeton,

holländische „Klangtegels“, bei denen ein strukturierter Blechmantel über einem Betonkern frei schwingen kann, und hohl gelagertem Tränenblech, das auf einem einbetonierten Rahmen aufgeschraubt ist.

Ebenfalls wurden thermoplastische Bodenindikatoren aus einem anderen Material getestet. Diese sind nach der Aushärtung zwar praktisch so hart wie Stein und ergeben daher keine andere Tastqualität als Beton oder Kaltplastik, allerdings liegen die Durchschnittsnoten von 2,8 und 3,0 der beiden dänischen Beispiele am unteren Ende der Bewertungen.

Unter den getesteten Strukturen befanden sich auch eine Gummi-Noppenstruktur und sogenannte Waffelfelder mit quadratischen Waffeln, welche bei der Bewertung aus dem Rahmen fielen. Die Gummi-Noppenstruktur erhielt zwar eine Benotung von durchschnittlich 2,8. Allerdings wurde dies auf die andersartige Materialeigenschaft zurückgeführt.

Als beste Beton-Noppenstruktur erwies sich eine Struktur mit diagonal angeordneten Kegelstumpfnoppen mit einem Durchmesser von 19 mm, einer Höhe zwischen 5 mm und 6 mm, einem Neigungswinkel von ca. 60° und einem Noppenabstand von ca. 50 mm. Darin „verhakte“ sich nahezu jeder Stock und machte damit auffällig „aufmerksam.“

Im Vergleich zur parallelen Anordnung hat sich eine diagonale Anordnung der Noppen auf der Teststrecke bewährt, da von sehbehinderten Menschen auch die „Tramschienteknik“ angewandt wurde, bei der die Stockspitze in einer Rille gleiten gelassen wird. Kommt die Stockspitze aus der Rippe und trifft auf die diagonalen Noppen, kann auch bei dieser Technik der Strukturwechsel ertastet werden.

Als beste Form wurden die Beton-Kegelstumpfnoppenstrukturen bewertet. Die drei am schlechtesten beurteilten Noppenstrukturen hatten hingegen Noppen in der Form von Kugelkalotten.

Zusätzlich wurden die Strukturen auf der Teststrecke auch von körperbehinderten Menschen getestet, und zwar von jeweils einer Person mit Beinprothese und Gehstock, mit Rollator, mit luftbereiftem Schieberollstuhl, mit E-Rollstuhl und mit sportlichem Handrollstuhl.

Die Benotung war gerade umgekehrt gegenüber derjenigen durch blinde Menschen. Die von sehgeschädigten Menschen als „untauglich“ bewertete Bodenindikatoren wurden mit „sehr gut“, die als „optimal“ ertastbaren Strukturen durch die körper-

behinderten Menschen teilweise sogar sehr „schlecht“ bewertet. Bei den Leitstrukturen blieben Strukturen mit Achsabständen von bis zu 20 mm bei „sehr gut“ und die größten Strukturen wurden nicht schlechter als befriedigend beurteilt. Bei den Aufmerksamkeitsstrukturen gab es dagegen einige Bewertungen mit „ausreichend“: bei der Gummi-Noppenstruktur und bei den beiden am besten bewerteten Diagonal-Noppenstrukturen. Bei Ersterer wurde konstatiert, dass ein rasch fahrender Rollstuhl allzu abrupt gestoppt würde. Extrem schlecht schnitt die Waffelstruktur ab: Hier wurde – neben zwei „ausreichend“ – auch das einzige „mangelhaft“ ausgesprochen: Kleine Vorderräder wurden nach Aussage des sportlichen Rollstuhlnutzers so intensiv in die diagonalen Täler der Waffeln abgelenkt, dass die Sorge bestand, bei etwas schnellerer Fahrt aus dem Rollstuhl zu kippen.

4.1.5 „Erfahrungen mit dem hessischen Leitfaden für barrierefreies Bauen“

Die Hessische Straßen- und Verkehrsverwaltung hatte im Dezember 2006 den Leitfaden „Unbehinderte Mobilität“ veröffentlicht (vgl. Kapitel 3.2.1).

Die Realisierung barrierefreier Überquerungsstellen, die die Belange von gehbehinderten und sehgeschädigten Menschen berücksichtigen, war zum Zeitpunkt der Erstellung des Leitfadens neu und zugleich umstritten. Die Lösungsvorschläge des Leitfadens waren nur an Modellprojekten durch einzelne Begehungen getestet worden. Erfahrungen über einen längeren Zeitraum gab es noch nicht. Um die Funktionsfähigkeit und Verkehrssicherheit für die unterschiedlichen Nutzergruppen zu überprüfen, wurden Alltagssituationen in Videoaufzeichnungen dokumentiert und anschließend ausgewertet. Es wurden Testbegehungen mit sehbehinderten Menschen an unterschiedlichen Haltestellen durchgeführt, um verschiedenen Bodenindikatoren miteinander zu vergleichen. Die Ergebnisse der Untersuchung wurden in einem Ergänzungsband zum Leitfaden veröffentlicht [HSVV 2010].

In Feldversuchen an Überquerungsstellen sollten zudem die folgenden Fragen geklärt werden, die sich für die Untersuchung stellten und die auch die gleichzeitige einschlägige Diskussion um Barrierefreiheit im öffentlichen Verkehrsraum bestimmten:

- Welche Bordsteinhöhe benötigen blinde Menschen zur Orientierung, welche Einbauhöhe können Rollatornutzer bewältigen?

- Welche Breite der Nullabsenkung ist für gehbehinderte Menschen erforderlich, welche für sehgeschädigte Menschen vertretbar?
- Wie können/müssen Nullabsenkungen für blinde und stark sehbehinderte Menschen abgesichert werden?
- In welchen Situationen sind getrennte oder gemeinsame Überquerungsstellen sinnvoll oder notwendig?
- Welche Richtungsanzeige ist für blinde und sehbehinderte Menschen erforderlich und praktikabel?
- Die Bestimmung der Überquerungsrichtung durch sehgeschädigte Menschen erfolgte nicht durch Bordkante oder das Richtungsfeld.
- Bei signalisierten Überquerungsstellen erfolgte die Orientierung ausschließlich durch die Signalanlage, eine differenzierte Bordhöhe bietet dabei keine zusätzliche Sicherheit, ist oft aber ein Hindernis für gehbehinderte Menschen.
- Der Lichtsignalmast sollte in der Mitte der Furt am Bord stehen.
- Die Auffindbarkeit des Lichtsignalmastes ist am besten durch Auffindestreifen zu gewährleisten.

Im Rahmen dieser Untersuchung wurden an ausgewählten Überquerungsstellen während der hellen Tagesstunden jeweils eintägige Videoaufzeichnungen durchgeführt. Diese Aufzeichnungen wurden anschließend ausgewertet, alle Überquerungsvorgänge von mobilitätseingeschränkten Menschen in kurzen Filmsequenzen dokumentiert, beschrieben und anschließend statistisch erfasst.

Die untersuchten Überquerungsstellen waren in ihrer Geometrie und Ausstattung sehr unterschiedlich. Dennoch zeigen die Beobachtungen sehr ähnliche Verhaltensstrukturen der Menschen mit Behinderungen auf, sodass daraus allgemeine Schlüsse gezogen wurden. Die Beobachtungen bestätigten in allen wesentlichen Fragen die Annahmen des hessischen Leitfadens, in einigen Details wurden Klarstellungen oder Modifizierungen erforderlich.

Zusammenfassend wurden in der Untersuchung folgende Beobachtungen gemacht:

- Gehbehinderte Menschen nutzen die Bordabsenkung, beim Verlassen der Fahrbahn ist die Nullabsenkung eine wesentliche Hilfe.
- Bei starkem Fußgängerverkehr sollte die Bordabsenkung breiter als 1 m sein.
- Bodenindikatoren sind eine wichtige Hilfe bei der Orientierung sehgeschädigter Menschen, ihre unterschiedlichen Strukturen werden aber nur wenig wahrgenommen.
- Eine Absicherung der Nullabsenkung gegen versehentliches Betreten der Fahrbahn durch sehgeschädigte Menschen wird als möglich erachtet. Sie kann durch Lichtsignalanlagen und Bodenindikatoren erfolgen.

Durch die Untersuchungen sahen die Verfasser die Systematik des hessischen Leitfadens „Unbehinderte Mobilität“ bestätigt. Nullabsenkungen des Bordes zeigten sich als eine wichtige Hilfe für gehbehinderte Menschen. Für sehgeschädigte Menschen konnte diese Absenkung durch Bodenindikatoren abgesichert werden. Dabei schien es nicht so entscheidend, in welcher Richtung die Rippen vor der Absenkung angeordnet waren: ob als Richtungs- oder als Sperrfeld. Auch kompliziertere Anordnungen als Kombination aus beidem, wie sie vielfach vorgeschlagen werden, wurden auf Basis der Beobachtungen nicht als begründet eingestuft. Bei signalgeregelten Überquerungsstellen wurde aufgrund der Beobachtungen kein Anlass gesehen, unterschiedliche Bordhöhen anzuordnen. Vielmehr sprachen bei höherem Fußgängeraufkommen alle Beobachtungen nach Meinung der Verfasser für breitere Bordabsenkungen. Auch eine Anordnung mit differenzierter Bordhöhe, aber breiter Absenkung, die ohne Sperrfelder auskommt, weil die Auffindestreifen die Nullabsenkung eng abschirmen, erscheint den Verfassern akzeptabel.

Zudem wurde festgestellt, dass dem Standort des Lichtsignalmastes mehr Aufmerksamkeit zukommen sollte. Der Mast sollte gut auffindbar und der Taster für alle gut erreichbar sein. Deshalb sollte er nicht zu weit aus der idealen Gehlinie abgerückt stehen.

4.1.6 „Tests von Noppenplatten in der Stadt Köln“

Aufgrund wiederholt geäußelter Kritik von Rollatornutzern in der Stadt Köln an den zunächst verwendeten Noppenplatten in Bodenindikator-basierten Leitsystemen fand im Oktober 2011 eine weitere Begutachtung von unterschiedlichen Strukturen

von Bodenindikatoren statt. Zunächst wurden in Köln Noppenplatten mit einer Kegelstumpfstruktur verlegt. Es waren Platten mit jeweils 32 Kegelstümpfen mit diagonaler Anordnung.

Die neue Überprüfung geeigneter Bodenindikatorstrukturen wurde mit Beteiligung von Vertretern der Kölner Behindertenverbände getestet. Die bis zu diesem Zeitpunkt verwendete Platte wurde dabei sowohl von der Gruppe der Rollstuhl- und Rollatornutzer als auch von den Langstocknutzern als weniger geeignet eingeschätzt. Die in Summe beste Bewertung aus der Bemusterung im Vergleich mit der alten Platte erhielt eine Noppenplatte mit 32 flachen kalottenförmigen Noppen mit einem Durchmesser von $d = 35$ mm in diagonaler Anordnung.⁷

Auf Basis dieses Test ordnete das zuständige Amt für Straßen und Verkehrstechnik in Abstimmung mit dem Arbeitskreis Barrierefreies Köln an, ab sofort nur noch diese Noppenplatten auszuschreiben und einzubauen, und bat das örtliche Verkehrsunternehmen, dies in seinem Zuständigkeitsbereich ebenfalls umzusetzen (Stadt Köln 2012).

4.2 International

4.2.1 „Tactile Paving Survey“

Die Studie untersucht die korrekte Verlegung von Bodenindikatoren in drei englischen Städten. Dabei wurde u. a. festgestellt, dass Bodenindikatoren an Überquerungsstellen am häufigsten vorkommen und dass bei allen untersuchten Überquerungsstellen prinzipiell der richtige Indikator eingesetzt wurde. Das eingesetzte Material ist allerdings nicht einheitlich und variiert zwischen Beton, Naturstein und Metallnoppen.

Besonders vor Metallnoppen wird gewarnt, da diese bei Nässe zu einer Rutschgefahr werden können und auch keinen visuellen Kontrast erzeugen. Generell war die unzureichende visuelle Kontrastgestaltung zwischen Umgebungsbelag und Indikatoren der am häufigsten festgestellte Mangel. Die vorgeschriebene kontrastreiche mindestens 15 cm breite Umrandung der Bodenindikatoren in den Fällen, in denen die Indikatoren dieselbe Farbe wie der



Bild 36: Korrekt verlegte Bodenindikatoren an Überquerungsstellen in Plymouth, England (links: ohne LSA; rechts: LSA-gesichert)

Umgebungsbelag aufweisen, fehlte grundsätzlich, unabhängig davon, ob die Überquerungsstelle LSA-gesichert ist oder nicht. Obwohl die farbgleiche Gestaltung von Indikatoren und Umgebungsbelag in historischen und denkmalgeschützten Bereichen in Ausnahmefällen an Überquerungsstellen ohne LSA zulässig ist, bezieht sich diese Ausnahmeregelung eindeutig nicht auf LSA-gesicherte Überquerungsstellen. Weitere festgestellte Mängel waren potenzielle Stolperstellen durch defekte Bodenindikatoren und der Einsatz von für Überquerungsstellen reservierten Bodenindikatoren für andere Zwecke (LOO-MORREY 2005, S. 5 ff.). Bild 36 zeigt Beispiele für die korrekte Verlegung von Bodenindikatoren an LSA-gesicherten Überquerungsstellen und an Überquerungsstellen ohne LSA in England.

4.2.2 Vergleich von Bodenindikatoren in den USA und anderen Ländern

Eine amerikanische Studie stellt den Stand der Technik in Bezug zu Gestaltung, Verlegung und Zweckmäßigkeit von Bodenindikatoren in den USA und weltweit dar (BENTZEN et al. 2000). Dabei wurde u. a. in Bezug zu Forschungsaktivitäten konstatiert, dass

- sich im Rahmen umfangreicher Untersuchungen von Oberflächen in Bezug zur Wahrnehmbarkeit durch sehgeschädigte Menschen in den USA der 1980er Jahre viele Oberflächenstrukturen als nicht bzw. unzureichend ertastbar herausgestellt haben (vgl. Bild 37),
- es essentiell ist, dass Bodenindikatoren mit Warnfunktion sowohl mit dem Blindenlangstock als auch mit den Füßen wahrnehmbar sind,
- Oberflächenstrukturen, die für gut ertastbar gehalten wurden, sich nur bedingt als wahrnehmbar herausgestellt haben, insbesondere mit den Füßen,

⁷ Hinweis: Diese Noppenplatte wurde aufgrund der positiven Rückmeldungen in die Tests der Bodenindikatoren in diesem FE-Vorhaben einbezogen (vgl. Kapitel 6.13).

- Rippenstrukturen nicht zur Warnung eingesetzt werden sollten,
- sich Standards und Leitfäden in den USA auf Bodenindikatoren mit Warnfunktion beschränken und keine Aussagen zu Leitindikatoren in diesen Regelungen enthalten sind, da in den USA die Auffassung vertreten wird, dass flächendeckende taktile Leitsysteme unnötig sind, da blinde Menschen fähig sind, sich an Hinweisen der Umwelt zu orientieren, wie z. B. an natürlichen Leitlinien wie Grasnarben, Zäunen, Hecken, Gebäuden und Verkehrsgeräuschen,
- Forschungsprojekte festgestellt haben, dass die Fehlerquote der Wahrnehmung von Fahrbahnen durch sehgeschädigte Menschen mit der Absenkung von Bordsteinen auf Fahrbahnniveau steigt, sowie dass die Wahrnehmbarkeit der Fahrbahn verbessert wird, wenn Bordsteinabsenkungen außerhalb der direkten Gehlinien angeordnet werden,
- im Rahmen eines Forschungsprojektes belegt wurde, dass Warnindikatoren an Überquerungsstellen zu weniger erfolglosen Überquerungsversuchen von sehgeschädigten Menschen führen sowie dass visuell kontrastreiche Indikatoren sehbehinderten Menschen allein und bei der Nutzung eines Blindenführhundes die Erkennung des Überganges erleichtern bzw. ermöglichen,
- Forschungsprojekte festgestellt haben, dass Warnindikatoren an Überquerungsstellen nur minimale negative Auswirkungen auf Menschen mit Gehbehinderungen haben (leicht erhöhte körperliche Anstrengung und Rutsch- und Kippgefahr, Gleichgewichtsprobleme, Komfortreduzierung),
- im Rahmen eines Forschungsprojektes herausgefunden wurde, dass die Mehrzahl der Menschen mit Gehbehinderungen sich auf Rampen an Überquerungsstellen mit Bodenindikatoren (Noppenstruktur) sicherer fühlen als ohne Indikatoren, dass es für rund die Hälfte der Menschen mit Gehbehinderungen weniger anstrengend ist, Rampen mit Bodenindikatoren zu überwinden als Rampen ohne Indikatoren (für rund ein Viertel der gehbehinderten Menschen verhält es sich allerdings gegenteilig), sowie dass die gegenüberliegende Bordsteinabsenkung aufgrund der visuellen Kontrastgestaltung leichter auffindbar ist,
- im Rahmen eines Laborversuchs mit 18 verschiedenen Noppenplattenmaterialien festgestellt wurde, dass Gummi- und Kunststoffplatten sowohl bei Raumtemperatur als auch unter heißen und kalten Bedingungen relativ gut abschnitten, während Beton- und Keramik-basierte Indikatoren eher schlecht abschnitten,
- im Rahmen eines Feldversuchs mit acht verschiedenen Noppenplattenmaterialien festgestellt wurde, dass die korrekte Verlegung der Indikatoren entscheidend für ihre Wirksamkeit ist, wobei dies u. a. vom Know-how des Plattenlegers sowie vom jahreszeitlichen Einbauzeitraum abhängt, dass es keine Probleme mit der Pflege und dem Winterdienst gegeben hat, dass allerdings bei manchen Materialien Probleme an den Plattenübergängen entstanden sind sowie dass ein Material den visuellen Kontrast nicht halten konnte,
- im Rahmen eines Forschungsprojektes festgestellt wurde, dass die akustische Wahrnehmung von Bodenindikatoren sowohl von der Materialwahl als auch von der Einbauart abhängt und dass bei Vorhandensein einer geringfügigen Fuge zwischen Indikator und Umgebungsbelag die akustische Wahrnehmbarkeit am besten ist,
- Forschungsprojekte herausgefunden haben, dass die Farbe „Sicherheitsgelb“ für Warnindikatoren selbst bei Kontrastwerten zum Umgebungsbelag von nur etwa 0,4 sehr gut erkennbar ist, dass gelbe Indikatoren im Vergleich zu schwarzen Indikatoren auch bei deutlich geringerem Kontrastwert besser zu erkennen sind sowie dass gelbe und gelb-orangefarbene Indikatoren von Seiten der Nutzer schwarzen Indikatoren vorgezogen werden,
- im Rahmen eines Forschungsprojektes festgestellt wurde, dass die diagonale oder parallele Anordnung der Noppen, unterschiedliche Elastizitäten der eingesetzten Materialien, kleinere Abweichungen in Bezug zum Noppenabstand an den Übergängen zwischen den Platten sowie die Anordnung kleiner Elemente auf den Noppen zur Verbesserung der Rutschfestigkeit nur eine geringe bzw. gar keine Auswirkung auf die Erkennbarkeit haben,
- im Rahmen eines japanischen Forschungsprojektes Noppenplatten mit Noppenhöhen von 2,5 mm, 5 mm, 7,5 mm sowie 10 mm getestet wurden und dabei festgestellt wurde, dass alle

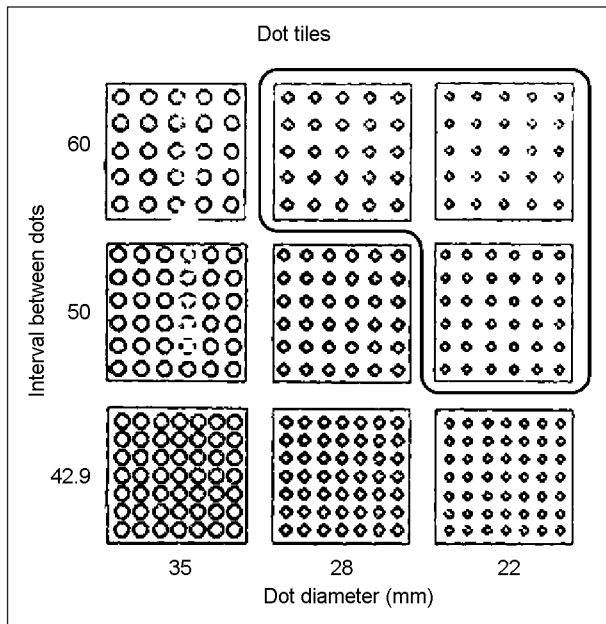


Bild 39: Getestete Noppenplatten in einem japanischen Forschungsprojekt (BENTZEN et al. 2000, S. 51)

Testpersonen Bodenindikatoren mit 5 mm hohen Noppen erkannt haben, während 15 % die Noppen mit 2,5 mm Höhe nicht wahrgenommen haben und einige Personen bei 10 mm hohen Noppen stolperten,

- im Rahmen eines japanischen Forschungsprojektes Noppenplatten mit Noppenbreiten von 22 mm, 28 mm und 35 mm bei Noppenabständen von 42,9 mm, 50 mm und 60 mm getestet wurden und dabei festgestellt wurde, dass Noppenplatten mit 22 mm Noppenbreite und 50 mm oder 60 mm Noppenabstand sowie Indikatoren mit Noppenbreiten von 28 mm und 60 mm Noppenabstand eine Wahrnehmbarkeitsrate von über 90 % aufweisen und auch als leicht wahrzunehmen bewertet wurden (vgl. Bild 39).

4.2.3 Unterscheidbarkeit von Bodenindikatoren mit Noppen- und Rippenstrukturen

Im Rahmen einer Studie mit zehn Versuchspersonen haben japanische Wissenschaftler die Unterscheidbarkeit von neu entwickelten Bodenindikatoren mit Noppen- und Rippenstrukturen untersucht (NAKAMURA et al. 2010). Ausgangspunkt der Studie war zum einen die Problematik der geringen Unterscheidbarkeit von Noppen- und Rippenstrukturen sowie die sich daraus ggf. ergebende Verwirrung für den Langstocknutzer. Zum anderen hat der weit verbreitete Einsatz von Bodenindikatoren den

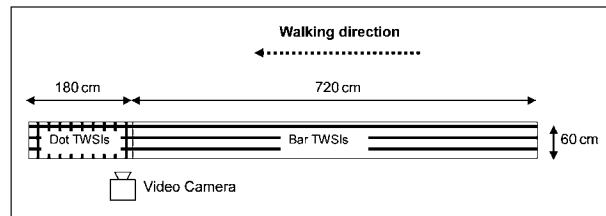


Bild 40: Versuchsaufbau Bodenindikatortest (NAKAMURA et al. 2010, S. 4)

Gedanken aufkommen lassen, dass Bodenindikatoren eine potenzielle Gefahr insbesondere für ältere Menschen und Rollstuhlnutzer darstellen und diese Gruppen weltweit zunehmen. Entscheidend für den Einsatz von Bodenindikatoren ist einerseits, eine ausreichende Funktionalität für sehgeschädigte Menschen zu gewährleisten und andererseits die Beeinträchtigung für alle anderen Verkehrsteilnehmer so gering wie möglich zu halten. Dementsprechend wurden Bodenindikatoren mit geringeren Noppen- und Rippenhöhen als die in der Norm vorgegebenen 5 mm (vgl. Kapitel 3.1) getestet. Als Höhen der Kegelstumpf-Noppen sowie der Rippen wurden neben den Norm-konformen 5 mm als Kontrollgröße Höhen von 4,5 mm, 4 mm, 3,5 mm und 3 mm berücksichtigt. Die Noppenbreite betrug am Fußpunkt konstant 22 mm und am Scheitelpunkt 12 mm gemäß Norm als Kontrollgröße sowie 9 mm und 6 mm. Die Rippenbreite betrug 17 mm und 27 mm. Im Rahmen des Versuchs wurden 60 cm breite Rippenplatten in einer Länge von 7,20 m sowie daran anschließend 60 cm breite Noppenplatten mit 1,8 m Länge verlegt (vgl. Bild 40).

Die Versuchspersonen wurden angewiesen, von den Rippenplatten in Richtung Noppenplatten zu gehen und sofort anzuhalten, nachdem der Unterschied zwischen den Strukturen mit den Füßen wahrgenommen wurde. Die Startposition variierte zwischen 4 m und 7 m Abstand zum Beginn der Rippenplatten. Nachdem die Versuchspersonen zum Stehen kamen, wurden diese anhand einer vierstufigen Skala zu ihrer Einschätzung befragt, wie schwer die Unterscheidung war (1: sehr leicht; 2: leicht; 3: schwer; 4: sehr schwer) sowie inwieweit sie sich sicher sind, den Unterschied erkannt zu haben (1: sehr unsicher; 2: unsicher; 3: sicher; 4: sehr sicher). Daneben wurden der Abstand zwischen den Fußsohlen des ersten und letzten Schrittes auf den Noppenplatten sowie die Anhaltedistanz gemessen. Insgesamt wurden 36 Läufe durchgeführt (NAKAMURA et al. 2010, S. 2 ff.).

Ein Ergebnis der Untersuchung ist, dass die Unterscheidungsrate unabhängig vom Durchmesser der Noppenscheitelpunkte bei allen getesteten Noppen- und Rippenhöhen zwischen 97 und 100 % liegt (vgl. Bild 41). Dies bedeutet, dass unabhängig vom Durchmesser der Noppenscheitelpunkte auch eine niedrige Höhe der Bodenindikatorstrukturen von 3 mm eine noch befriedigende Unterscheidung zwischen den Strukturen ermöglicht (NAKAMURA et al. 2010, S. 5).

Die subjektive Beurteilung fiel allerdings unterschiedlich aus. So steigt der Schwierigkeitsgrad der Unterscheidbarkeit mit geringer werdender Höhe tendenziell an, wobei dieser Effekt weniger zwischen 4,5 mm und 4 mm als zwischen 3 mm und 4 mm eintritt (vgl. Bild 42). Dies bedeutet, dass die Unterscheidbarkeit von Bodenindikatorstrukturen unabhängig vom Durchmesser der Noppenscheitelpunkte etwas leichter zu sein scheint, wenn die Bodenindikatorstrukturen höher als 3,5 mm sind. In

Bezug zur Frage, inwieweit sich die Versuchspersonen sicher sind, den Unterschied zwischen den Strukturen erkannt zu haben, wurde festgestellt, dass je höher die Bodenindikatorstrukturhöhe ausfiel, desto höher auch das Vertrauen in die eigene Einschätzung war (vgl. Bild 43). Insgesamt wurde resümiert, dass bei Bodenindikatorstrukturen, die höher als 3,5 mm sind, eine hohe Vertrauensquote in die eigene Einschätzung der Unterscheidbarkeit von 75 % besteht. Zudem wurde konstatiert, dass zwar die Unterscheidungsrate nahezu unabhängig von der Breite und Höhe der Bodenindikatorstrukturen ist, nicht aber die subjektive Einschätzung des Schwierigkeitsgrads und des Sicherheitsgefühls (NAKAMURA et al. 2010, S. 5 f.).

Der Zusammenhang zwischen Anhaltedistanz und Höhe der Bodenindikatorstrukturen mit unterschiedlichen Scheitelpunktbreiten ist in Bild 44 dargestellt. Demnach erhöht sich in Bezug zu Noppenbreiten am Scheitelpunkt von 12 mm die Anhalte-

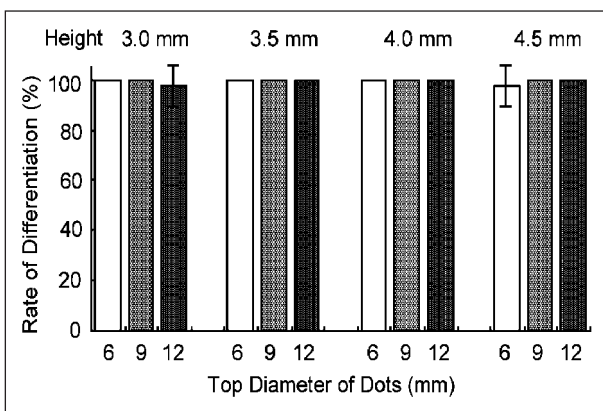


Bild 41: Zusammenhang zwischen Unterscheidungsrate und Höhe der Bodenindikatorstrukturen mit unterschiedlichen Scheitelpunktbreiten (NAKAMURA et al. 2010, S. 5)

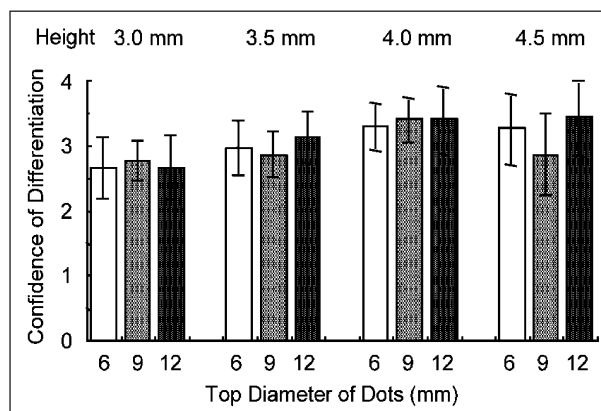


Bild 43: Zusammenhang zwischen Vertrauensquote in die eigene Einschätzung der Unterscheidbarkeit und Höhe der Bodenindikatorstrukturen mit unterschiedlichen Scheitelpunktbreiten (NAKAMURA et al. 2010, S. 5)

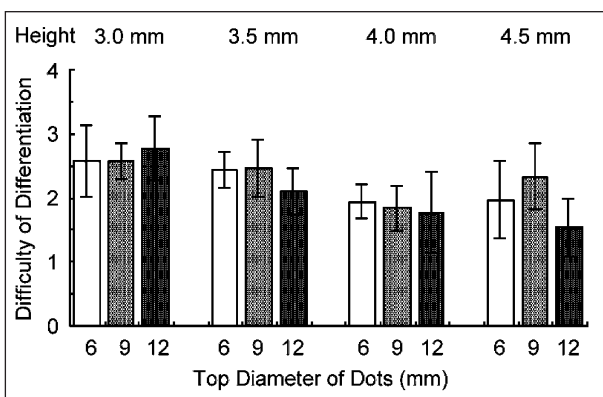


Bild 42: Zusammenhang zwischen Schwierigkeitsgrad der Unterscheidbarkeit und Höhe der Bodenindikatorstrukturen mit unterschiedlichen Scheitelpunktbreiten (NAKAMURA et al. 2010, S. 5)

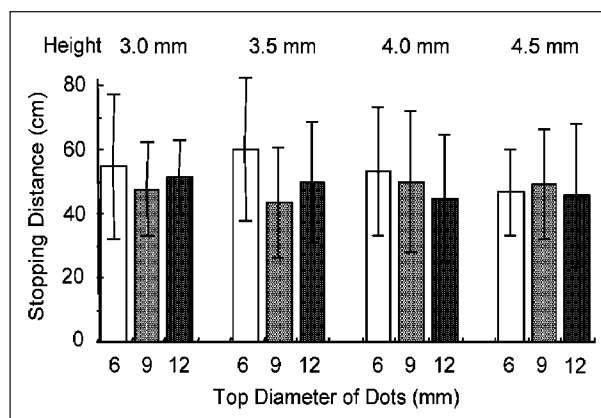


Bild 44: Zusammenhang zwischen Anhaltedistanz und Höhe der Bodenindikatorstrukturen mit unterschiedlichen Scheitelpunktbreiten (NAKAMURA et al. 2010, S. 5)

distanz bei Reduzierung der Höhe, bei den anderen Noppenbreiten wurde keine eindeutige Tendenz festgestellt. Die gemessenen Anhaltedistanzen betragen zwischen 47 und 51 cm. Gleichwohl wurde abschließend konstatiert, dass mit Reduzierung der Höhe der Bodenindikatorstrukturen tendenziell ein leichter Anstieg der Anhaltedistanz zu erwarten ist (NAKAMURA et al. 2010, S. 6).

4.2.4 Wahrnehmbarkeit von Bodenindikatoren

Im Rahmen eines Forschungsprojektes haben japanische Wissenschaftler die Wahrnehmbarkeit von Bodenindikatoren untersucht (MIZUKAMI 2005). Obwohl sich die Analyse auf Bodenindikatoren parallel zu Bahnsteigkanten bezog, können die Ergebnisse aufgrund des Versuchsaufbaues auch auf andere Situationen übertragen werden. Motivation für das Projekt waren Vorkommnisse an japanischen Bahnhöfen, bei denen blinde Menschen trotz Vorhandenseins von Bodenindikatoren entlang der Bahnsteigkante ins Gleisbett gefallen sind. Zentrale Forschungsfrage war daher die Klärung des Zusammenhangs zwischen der Breite der Bodenindikatoren entlang der Bahnsteigkante und des Anteils blinder Menschen, die die Bodenindikatoren wahrnehmen und rechtzeitig anhalten können (MIZUKAMI 2005).

Obwohl gemäß japanischem Standard (vgl. Kapitel 3.1) entlang der Bahnsteigkanten Bodenindikatoren mit Noppenprofil als Warnindikator eingesetzt werden, wurden im Rahmen der Studie auch Bodenindikatoren mit Rippenstrukturen als Leitindikator berücksichtigt (vgl. Bild 45).

Insgesamt haben 34 Versuchspersonen an der Untersuchung teilgenommen, davon 26 blinde und 8 sehbehinderte Menschen. Es wurde eine Bahnsteigsituation nachgebaut und die Teilnehmer wurden aufgefordert, sich der Bahnsteigkante zu nähern und anzuhalten, wenn sie der Meinung waren, die Bahnsteigkante erreicht zu haben, unabhängig davon, ob die Bodenindikatoren oder die ebene Fläche dahinter wahrgenommen wurde.

Untersucht wurden Bodenindikatoren mit Noppenstrukturen in unterschiedlichen Breiten von 300 mm, 400 mm und 600 mm sowie in Kombination mit bzw. ohne darauf zuführende Leitstreifen (vgl. Bild 46) sowie mit und ohne Blindenlangstocknutzung. Die Teilnehmer trugen Augenbinden, um auszuschließen, dass der eventuell vorhandene Sehrest genutzt wird. Unterschiedliche Startpunkte

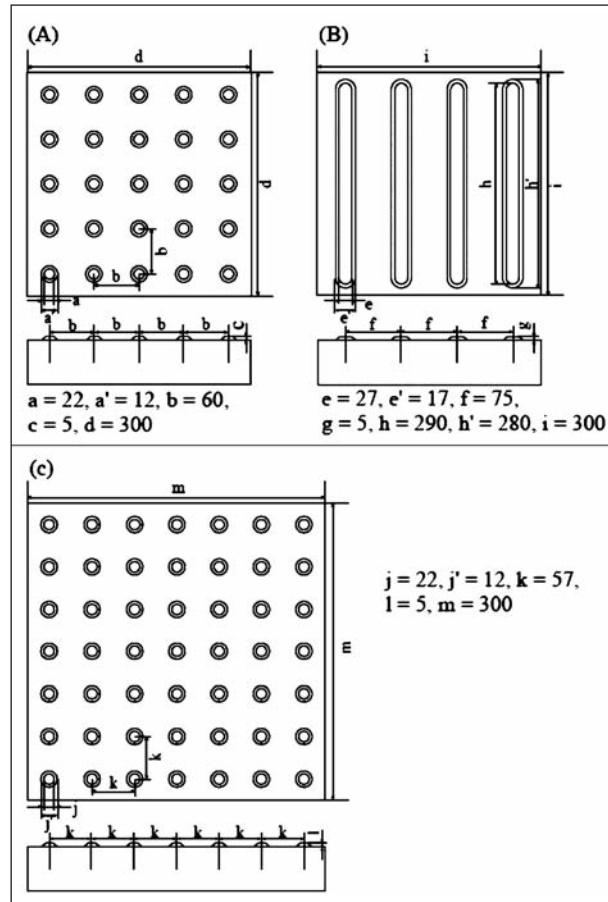


Bild 45: Im Rahmen der Untersuchung berücksichtigte Bodenindikatoren (FUJINAMI et al. 2005, S. 41)

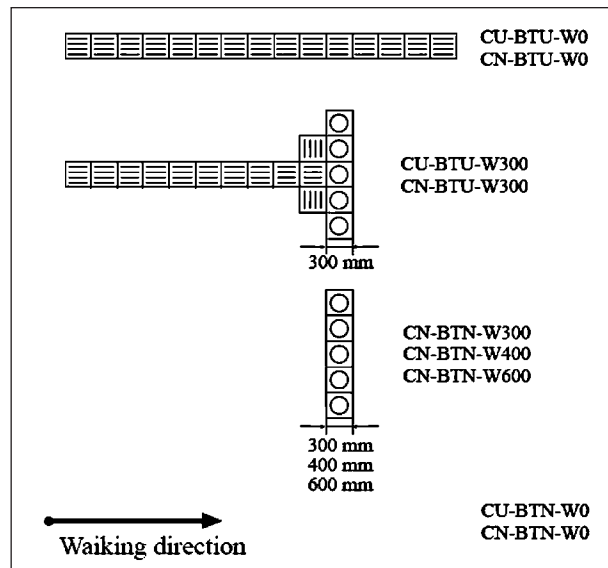


Bild 46: Schematischer Versuchsaufbau (FUJINAMI et al. 2005, S. 42)

gewährleisteten variable Standorte der Indikatoren (FUJINAMI et al. 2005, S. 42).

Als Ergebnis wurde u. a. festgestellt, dass eine Verbreiterung der Warnindikatoren die Anhalteraten er-

höht und die Anhaltedistanzen verringert (vgl. Bild 47). Korrespondierend zur Normvorgabe eines Abstandes des Warnindikators zur Bahnsteigkante von 800 mm kamen alle Probanden bei einer Bodenindikatorbreite von 60 cm rechtzeitig zum Stehen, während bei Breiten von 40 cm 95,6 % und bei Breiten von 30 cm 94,1 % noch rechtzeitig anhielten. Selbst bei 30 cm breiten Indikatoren betrug die längste Anhaltedistanz 86 cm, mit Ausnahme von drei Versuchen, die vom Versuchsleiter abgebrochen werden mussten (FUJINAMI et al. 2005, S. 43).

Ferner wurde festgestellt, dass die richtige Nutzung eines Blindenlangstocks die Anhaltedistanz verringert, dass der Einsatz eines Blindenlangstocks ohne zulaufenden Leitstreifen effektiver ist und dass die Wahrnehmbarkeit des Überganges zwischen Rippen- und Noppenstrukturen schwierig ist. Die durchschnittliche Fortbewegungsgeschwindigkeit betrug je nach Versuchsanordnung zwischen 0,80 m/s und 0,83 m/s und die durchschnittliche Schrittlänge zwischen 0,46 m und 0,48 m (MIZUKAMI 2005, S. 44 f.).

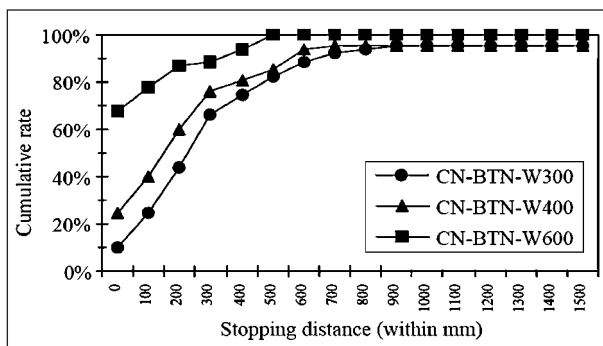


Bild 47: Kumulative Anhalterate im Verhältnis zur Anhaltedistanz (FUJINAMI et al. 2005, S. 43)

Abschließend kommt die Untersuchung zu dem Schluss, dass

- 90 % der Probanden selbst unter den schwierigsten Versuchsbedingungen mit 30 cm breiten Warnindikatoren innerhalb des 80-cm-Abstandes zur Bahnsteigkante zum Halten gekommen sind, demnach bereits die 30 cm breiten Warnindikatoren einen gewissen Nutzen haben,
- die Verbreiterung der Warnindikatoren die Wahrnehmbarkeit erhöht und den Anhalteweg verkürzt,
- alle Probanden unter Einsatz von 60 cm breiten Warnindikatoren innerhalb des 80-cm-Abstandes zwischen Bodenindikator und Bahnsteigkante zum Halten kamen,
- der unbehinderte Einsatz eines Blindenlangstocks die rechtzeitige Wahrnehmung der Warnindikatoren sowie ein Anhalten noch vor dem Indikator ermöglicht,
- der Übergang von Rippen- zu Noppenstrukturen schlechter wahrgenommen wird als der Übergang zwischen dem Warnindikator und dem ebenen Belag zwischen Warnindikator und Bahnsteigkante. Daher ist eine Verbreiterung der Warnindikatoren essentiell, falls die Wahrnehmbarkeit des Überganges verbessert werden soll.

Auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse wurde ein Bodenindikator entwickelt, auf dem neben den Noppen als Warnstruktur auch eine Rippenreihe parallel zur Bahnsteigkante angeordnet ist, um dem Nutzer die sichere Bahnsteigseite anzuzeigen.

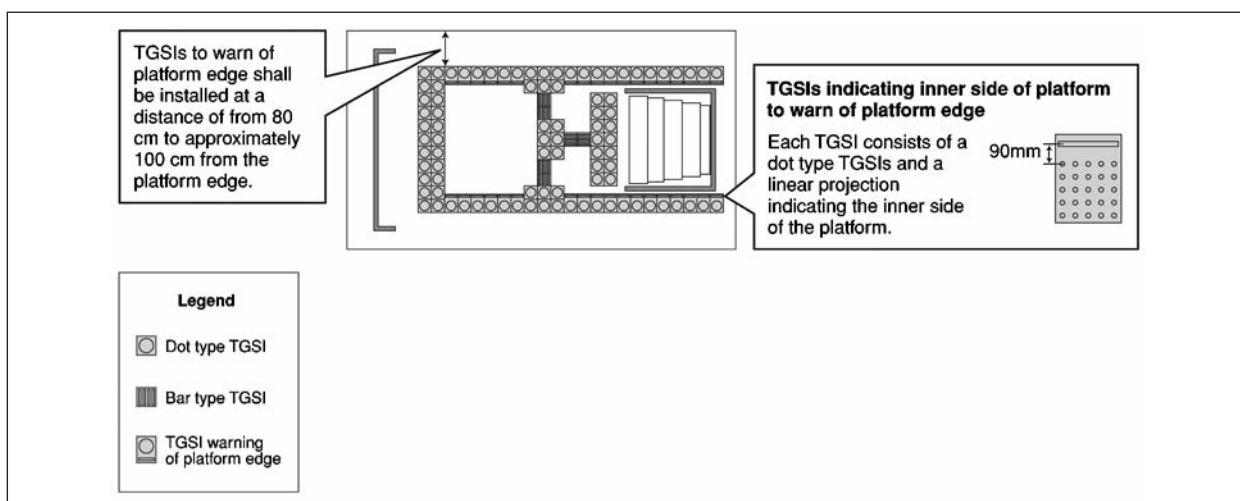


Bild 48: Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit auf Bahnsteigen in Japan (MIZUKAMI 2005)

Zudem wurde der Übergang zwischen Leit- und Warnindikator verbessert, indem der Warnindikator an denjenigen Stellen auf 60 cm verbreitert wird, an denen der Leitstreifen auf den Warnindikator trifft. Darüber hinaus wurde der Abstand zwischen Warnindikator und Bahnsteigkante auf zwischen 80 cm und 100 cm erhöht (vgl. Bild 48).

4.2.5 Untersuchung ausgewählter Trennelemente zur Abgrenzung von Fußgängerbereichen im Sinne des „Shared-Space“-Prinzips

Im Rahmen eines Forschungsprojektes wurde in Großbritannien untersucht, wie auf gemeinsam genutzten Flächen im Sinne des „Shared-Space“-Prinzips eine Abgrenzung der sicheren Zone für Fußgänger vom gemeinsam genutzten Bereich gewährleistet werden kann (The Guide Dogs for the Blind Association/University College London, 2008). Obwohl sich die Untersuchung schwerpunktmäßig auf eine Abgrenzung in Längsrichtung bezog, wurden alle analysierten Abgrenzungselemente auch im Hinblick auf deren Wahrnehmbarkeit durch sehgeschädigte Menschen beim Überqueren getestet. Daneben wurde von geheingeschränkten Menschen die Überrollbarkeit bzw. Überschreitbarkeit aller Elemente erprobt. Folgende Abgrenzungselemente wurden im Rahmen der Analyse berücksichtigt (The Guide Dogs for the Blind Association/ University College London, 2008, S. 13; vgl. Bild 49):

- Rippenplatten (Leitstreifen) nach britischem Standard (vgl. Kapitel 3.1) mit 40 cm Breite,
- Mittel-Trennelement mit 2 cm Höhe und 5 cm Breite am Scheitelpunkt sowie 15 cm Breite am Fußpunkt,
- Bordstein in 3 cm Höhe mit gerader, schräger sowie abgerundeter Kante,

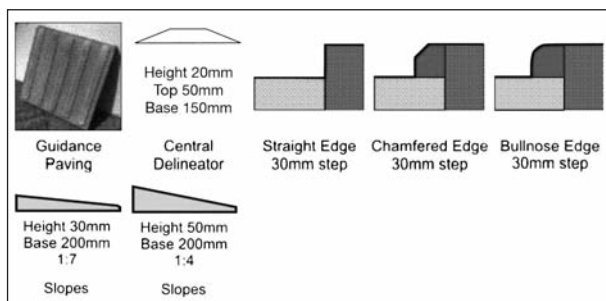


Bild 49: Untersuchte Abgrenzungselemente (The Guide Dogs for the Blind Association/University College London, 2008, S. 13)

- Rampe mit 20 cm Länge und 3 cm (Neigung 15 %) sowie 5 cm (Neigung 25 %) Höhenunterschied.

Insgesamt beteiligten sich 30 blinde und sehbehinderte sowie 15 geheingeschränkte Menschen (davon elf Rollstuhlnutzer) an der Untersuchung, die unter Laborbedingungen im „University College London’s Pedestrian Accessibility Movement and Environment Laboratory“ durchgeführt wurde.

Die Bordsteinkanten und Rampen wurden sowohl von oben nach unten als auch von unten nach oben begangen, um ihre Wirksamkeit an Überquerungsstellen zu testen. Die Teilnehmer wurden dazu angehalten, ihre normalen Mobilitätstechniken und -hilfen anzuwenden, wobei aufgrund des Versuchsaufbaus Blindenführhunde überwiegend nicht eingesetzt werden konnten. Die Reihenfolge, in welcher die Abgrenzungselemente abgeschritten wurden, variierte von Teilnehmer zu Teilnehmer.

Die geheingeschränkten Menschen wurden gebeten, jedes Abgrenzungselement auf dem ihrer Meinung nach am besten geeigneten bzw. komfortabelsten Weg zu überfahren bzw. -schreiten. Dabei wurden die Bordsteinkanten und Rampen sowohl von oben nach unten als auch von unten nach oben getestet. Die Reihenfolge, in welcher die Abgrenzungselemente überfahren bzw. überschritten wurden, variierte von Teilnehmer zu Teilnehmer. Bild 50 zeigt die Anordnung der Abgrenzungselemente beim Versuch mit geheingeschränkten Teilnehmern (The Guide Dogs for the Blind Association/ University College London, 2008, S. 16 ff.).

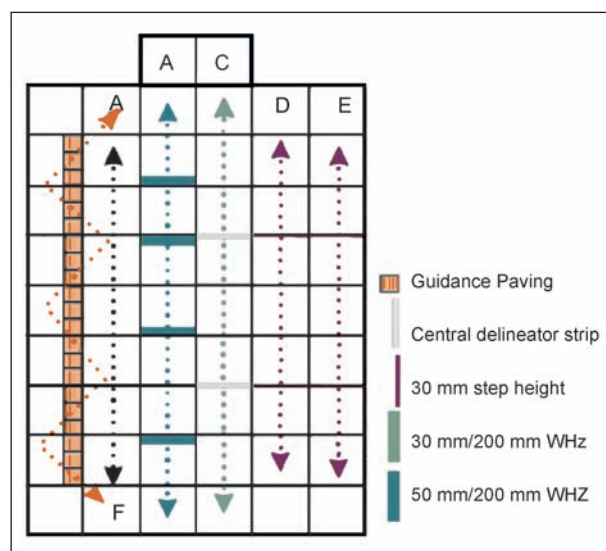


Bild 50: Abgrenzungselemente: Versuchsaufbau für geheingeschränkte Menschen (The Guide Dogs for the Blind Association/University College London, 2008, S. 18)

Abgrenzungselement	Anteil Teilnehmer	
	sehgeschädigt	geheingeschränkt
	„einfach wahrzunehmen“	„leicht zu überqueren“
Leitstreifen	80 %	60 %
Mittel-Trennelement	93 %	87 %
Gerader Bordstein abwärts	67 %	92 %
Gerader Bordstein aufwärts	67 %	58 %
Abgerundeter Bordstein abwärts	60 %	93 %
Abgerundeter Bordstein aufwärts	63 %	64 %
Schräger Bordstein abwärts	57 %	83 %
Schräger Bordstein aufwärts	77 %	50 %
Rampe mit 3 cm Höhenunterschied abwärts	63 %	100 %
Rampe mit 3 cm Höhenunterschied aufwärts	77 %	93 %
Rampe mit 5 cm Höhenunterschied abwärts	83 %	87 %
Rampe mit 5 cm Höhenunterschied aufwärts	90 %	53 %

Tab. 6: Einfache Wahrnehmbarkeit und Überquerbarkeit der untersuchten Abgrenzungselemente in Prozent (Datengrundlage: The Guide Dogs for the Blind Association/University College London, 2008, S. 63 f.)

Tabelle 6 zeigt die Gegenüberstellung der Ergebnisse im Hinblick auf eine einfache Wahrnehmbarkeit der untersuchten Abgrenzungselemente durch sehgeschädigte Teilnehmer und eine leichte Überquerbarkeit durch geheingeschränkte Teilnehmer. Zusammenfassend können folgende wesentlichen Erkenntnisse festgehalten werden (The Guide Dogs for the Blind Association/University College London, 2008, S. 61 ff.):

- Leitstreifen wurden von 80 % der sehgeschädigten Probanden als leicht wahrnehmbar beurteilt, im Gegensatz dazu aber von 40 % der geheingeschränkten Teilnehmer als schwierig zu überqueren eingeschätzt. Zudem erklärte knapp die Hälfte der geheingeschränkten Menschen, dass sie Leitstreifen als Element im Fußgängerbereich nicht akzeptabel finden. Allerdings scheiterte keiner der Probanden bei der Überquerung.
- Das Mittel-Trennelement wurde von 93 % der sehgeschädigten Teilnehmer als einfach wahrzunehmendes Abgrenzungselement beurteilt und schnitt somit am besten ab. Ebenso gaben 87 % der geheingeschränkten Probanden an, dass das Mittel-Trennelement einfach zu überqueren ist, dennoch akzeptierte nur die Hälfte der geheingeschränkten Teilnehmer dieses Element im Fußgängerbereich.
- Bordsteinabsenkungen auf 3 cm mit gerader Kante wurden sowohl abwärts als auch aufwärts von 67 % der sehgeschädigten Teilnehmer als leicht wahrnehmbar beurteilt, allerdings haben 86 % der sehgeschädigten Teilnehmer, die keine Mobilitätshilfe genutzt haben, die Wahrnehmbarkeit der Kante von der Fahrbahn aus als schwierig eingeschätzt und 57 % vom Gehweg aus. Zudem wurde die Kante aufwärts von einem Probanden gar nicht wahrgenommen. Mit 92 % empfand der Großteil der geheingeschränkten Teilnehmer die Überwindung der „harten“ 3-cm-Kante vom Gehweg aus als einfach, allerdings nur 58 % von der Fahrbahn aus. Zudem scheiterten zwei Teilnehmer an der Überwindung und benötigten Hilfestellung. Nur 42 % der gehbehinderten Teilnehmer fänden dieses Abgrenzungselement im Fußgängerbereich akzeptabel.
- Bordsteinabsenkungen auf 3 cm mit abgerundeter Kante wurden aufwärts von 63 % der sehgeschädigten Probanden als leicht wahrnehmbar beurteilt, über ein Drittel hatte aber Schwierigkeiten. Abwärts wurde die Kante von 60 % der sehgeschädigten Probanden als leicht wahrnehmbar eingeschätzt, wobei alle Teilnehmer mit Blindenführhund, 69 % der Blindenlangstocknutzer und 71 % der Teilnehmer ohne Mobilitätshilfen die Kante als leicht erkennbar benannt haben. Demgegenüber haben 67 % der sehgeschädigten Teilnehmer, die ihren Restseh-sinn nutzen, die Wahrnehmbarkeit als schwierig beurteilt. Zudem wurde die Kante sowohl abwärts als auch aufwärts von je einem Probanden nicht

wahrgenommen. Mit 93 % empfanden fast alle geheingeschränkten Teilnehmer die Überwindung der Kante vom Gehwegniveau aus als einfach zu überwinden, während von der Fahrbahn aus nur noch 64 % dieser Meinung waren. Dennoch schnitt die abgerundete Bordsteinkante im Vergleich zu den anderen getesteten Bordkanten bei den geheingeschränkten Probanden am besten ab. Auch war die Akzeptanz dieser Kante als Abgrenzungselement im Fußgängerbereich mit 79 % am höchsten. Allerdings scheiterten drei Teilnehmer an der Überwindung der Kante.

- Bordsteinabsenkungen auf 3 cm mit schräger Kante wurden aufwärts von 77 % der sehgeschädigten Probanden als leicht wahrnehmbar beurteilt, rund ein Viertel hatte Schwierigkeiten. Abwärts wurde die Kante von nur 57 % der sehgeschädigten Teilnehmer als leicht wahrnehmbar eingeschätzt. Demnach schnitt die schräge Bordkante im Hinblick auf deren Wahrnehmbarkeit durch sehgeschädigte Teilnehmer vom Gehweg aus im Vergleich zu allen getesteten Elementen am schlechtesten ab. Zudem wurde die Kante von vier Probanden gar nicht wahrgenommen. Mit 83 % empfand die deutliche Mehrheit der geheingeschränkten Teilnehmer die Überwindung der Kante vom Gehwegniveau aus als einfach zu überwinden, während von der Fahrbahn aus nur noch die Hälfte dieser Meinung war. Somit schnitt diese Bordsteinform auch bei den geheingeschränkten Teilnehmern am schlechtesten ab, entsprechend gering war die Akzeptanz dieser Kante als Abgrenzungselement im Fußgängerbereich mit 42 %. Demgegenüber scheiterte aber nur ein Proband beim Überquerungsversuch.
- Die Rampe mit 15 % Neigung wurde abwärts von 63 % und aufwärts von 77 % der sehgeschädigten Teilnehmer als einfach wahrzunehmen beurteilt. Allerdings haben aufwärts vier Probanden und abwärts fünf Probanden die Rampe gar nicht wahrgenommen. Demgegenüber hat die Rampe mit 15 % Neigung bei den geheingeschränkten Teilnehmern am besten abgeschnitten. So empfanden alle Probanden die Überwindung vom Gehwegniveau aus als einfach und mit 93 % auch fast alle vom Fahrbahnniveau aus. Ebenso akzeptierten 83 % der geheingeschränkten Teilnehmer dieses Abgrenzungselement im Fußgängerbereich und alle Teilnehmer konnten die Rampe ohne Hilfestellung überwinden.

- Die Rampe mit 25 % Neigung wurde abwärts von 83 % und aufwärts von 90 % der sehgeschädigten Teilnehmer als einfach wahrzunehmen beurteilt. Insgesamt haben aufwärts ein Proband und abwärts drei Probanden die Rampe nicht wahrgenommen. Demgegenüber hat die Rampe mit 25 % Neigung bei den geheingeschränkten Teilnehmern bei der Überwindung vom Fahrbahnniveau aus mit am schlechtesten abgeschnitten. Nur rund die Hälfte beurteilte deren Überwindung als einfach, wohingegen die Überwindung vom Gehwegniveau aus von 87 % der Probanden als einfach eingeschätzt wurde. Zudem scheiterten vier Teilnehmer an der Überwindung vom Fahrbahnniveau, somit wurden bei diesem Abgrenzungselement die meisten missglückten Überwindungsversuche registriert. Dennoch fänden 60 % der gehbehinderten Teilnehmer dieses Abgrenzungselement im Fußgängerbereich akzeptabel.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass in Bezug zur Untersuchung der Bordkanten zudem festgestellt wurde, dass die Bordkanten in einzelnen Fällen bis zu einem Meter überlaufen wurden, bevor die Situation realisiert und umgedreht wurde (The Guide Dogs for the Blind Association/University College London, 2008, S. 59).

4.2.6 „Hindernisfreier Verkehrsraum – Anforderungen aus Sicht von Menschen mit Behinderung“

Im Rahmen einer Forschungsarbeit wurden u. a. die Bordabsenkungen an Überquerungsstellen in der Schweiz untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass die Gerichte eine Abweichung von der Standardlösung von 3 cm gemäß Norm nur zulassen, wenn „neuere technische Entwicklungen eine Lösung ermöglichen, mit welcher die Ziele der betreffenden Norm ebenso gut oder gar noch besser erfüllt werden. „Hinzu kommt, dass eine von der Norm abweichende Trennung für blinde und sehbehinderte Personen nicht eindeutig interpretierbar ist. Es liegt im Interesse dieser Personen, überall klare, eindeutige und einheitliche Abgrenzungen zwischen Fahr- und Fußgängerbereich zu haben; diesem Interesse wird mit einer normalisierten Ausgestaltung am besten Rechnung getragen“ (PESTALOZZI et al. 2010, S. 75). Auf dieser Grundlage wurden folgende Anforderungen an Abgrenzungselemente formuliert (PESTALOZZI et al. 2010, S. 76):

- unmissverständlich und rechtzeitig erkennbar für sehbehinderte Menschen,
- an Überquerungsstellen überfahrbar für Menschen im Rollstuhl oder mit Rollator,
- ein Abgrenzungselement sollte stets die gleiche Information übermitteln,
- Anzahl verschiedener Elemente im Verkehrsraum sollte gering gehalten werden.

Als mögliche Einsatzbereiche von 3-cm-Bordkanten werden gesehen (PESTALOZZI et al. 2010, S. 82):

- „punktuelle Querungen, und zwar am Fahrbahnrand und bei der Mittelinsel,
- Abgrenzung gegenüber der einmündenden Querstraße bei einer Trottoirüberfahrt,
- flächige Querung in Begegnungszonen,
- flächige Querung mit Mehrzweckstreifen, und zwar am Fahrbahnrand und beim Mehrzweckstreifen,
- Überquerungsstellen an Gleiskörpern im Fußgängerbereich,
- Überquerungsstellen an Gleiskörpern im Fahrbahnbereich bei Mittelinsel bzw. Trottoirrand“.

Ferner wird darauf hingewiesen, dass „beim Einsatz von niedrigen Randabgrenzungen [...] besonderes Augenmerk auf die möglichst genaue Einhaltung des geplanten Niveauunterschieds [...] [gelegt werden sollte], eine Reduktion der Höhentoleranzen an Überquerungsstellen ist in Betracht zu ziehen, da nur so eine Hindernisfreiheit für alle Benutzergruppen gewährleistet ist“ (PESTALOZZI et al. 2010, S. 83).

Daneben wurden auch Aussagen zur in der Schweiz alternativ möglichen 4-cm-Variante mit Schrägbordstein (vgl. Bild 18 und Punkt „Straßen – Wege – Plätze“) generiert. So wurde festgestellt, dass der Schrägbordstein zwar für Rollatoren besser geeignet ist, Rollstuhlnutzern aber keinen Vorteil gegenüber der 3-cm-Kante bringt. Für blinde Menschen mit Langstock ist zudem die Ausrichtung am Fahrbahnrand schwieriger und z. T. können Blindenführhunde den Schrägbordstein nicht anzeigen. Nicht untersucht wurde, ob Blindenführhunde überhaupt auf diese Art der Bordsteinkante trainiert werden können. Demzufolge ist es unverzichtbar, dass der Bordstein mit den Füßen wahrnehmbar

ist. Dennoch werden grundsätzlich die gleichen Einsatzbereiche wie bei der 3-cm-Lösung genannt. Einschränkend wird angemerkt, dass Schrägbordsteine an verkehrsreichen Straßen nur punktuell zum Einsatz kommen sollen, da die Führungsfunktion in Längsrichtung eingeschränkt ist (PESTALOZZI et al. 2010, S. 84).

Lösungen, die eine Bordhöhe im Bereich von Überquerungsstellen unter 3 cm vorsehen, wurden ebenfalls behandelt. So wurde zum einen die Lösung aus Genf untersucht, bei der der Bordstein auf 1 cm abgesenkt sowie parallel zur Fahrbahn ein mindestens 40 cm tiefer, visuell und taktil kontrastreicher Noppenstreifen in der Breite der Überquerungsstelle angebracht wird. Der Abstand der Hinterkante des Streifens zum Fahrbahnrand beträgt 90 cm (vgl. Bild 51). Die Untersuchung kommt zu dem Schluss, dass diese Variante nicht zu empfehlen ist, da

- ein Niveauunterschied von 1 cm von Nutzern von Langstöcken mit großen Kugelspitzen kaum bis gar nicht wahrgenommen und von Blindenführhunden nicht angezeigt wird,
- die gesamte Überquerungsstelle verhältnismäßig viel Platz benötigt, da die Noppenstreifen mindestens 90 cm Abstand vom Fahrbahnrand haben,
- Noppenstrukturen in der aktuell gültigen Norm nicht enthalten und demnach als Markierung im Straßenraum nicht zulässig sind (PESTALOZZI et al. 2010, S. 110 f.).

Zum anderen wurde die Überquerungsstelle mit differenzierten Bordhöhen analysiert. Dabei stellt die Untersuchung fest, dass die Ausbildung von Über-

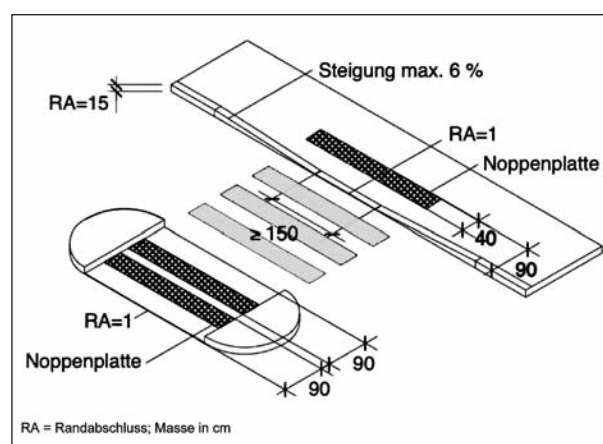


Bild 51: Standardlösung Genf (PESTALOZZI et al. 2010, S. 110)

querungsstellen mit differenzierter Bordhöhe nicht zu empfehlen ist, da

- die Anordnung der unterschiedlichen Elemente sehr komplex ist. So sind verschiedene Bodenindikatoren erforderlich (Noppen, Rippen), die unterschiedliche Funktionen übernehmen. Ob diese Funktionen von sehgeschädigten Menschen richtig interpretiert werden können, wird infrage gestellt,
- es an Kreuzungen vorkommen kann, dass der auf Fahrbahnniveau abgesenkte Bereich in direkter Gehlinie blinder und sehbehinderter Menschen liegt, und somit die Sicherheit nicht gewährleistet ist (PESTALOZZI et al. 2010, S. 112).

4.2.7 Randsteinlabor – eine Teststrecke in Zürich

Das Bundesamt für Straßen in der Schweiz und das eidgenössische Behinderten-Gleichstellungsbüro haben in Zürich eine Bordsteinteststrecke im Straßenraum errichtet. Auf dieser Strecke wurden sieben verschiedene Bordsteintypen und sechs Unterbrüche (vgl. Bild 52) eingebaut und von verschiedenen Gruppen mobilitätseingeschränkter Menschen sowie Radfahrern getestet. Insgesamt haben 20 sehgeschädigte Menschen, 12 Rollstuhlnutzer sowie 19 Erwachsene und 11 Kinder mit dem Fahrrad an dem Versuch teilgenommen (ASTRA/EBGB 2013, S. 9). Ferner wurden 5 Rollatornutzer einbezogen (ASTRA/EBGB 2013, S. 61). Zu beachten ist allerdings, dass der Fokus der

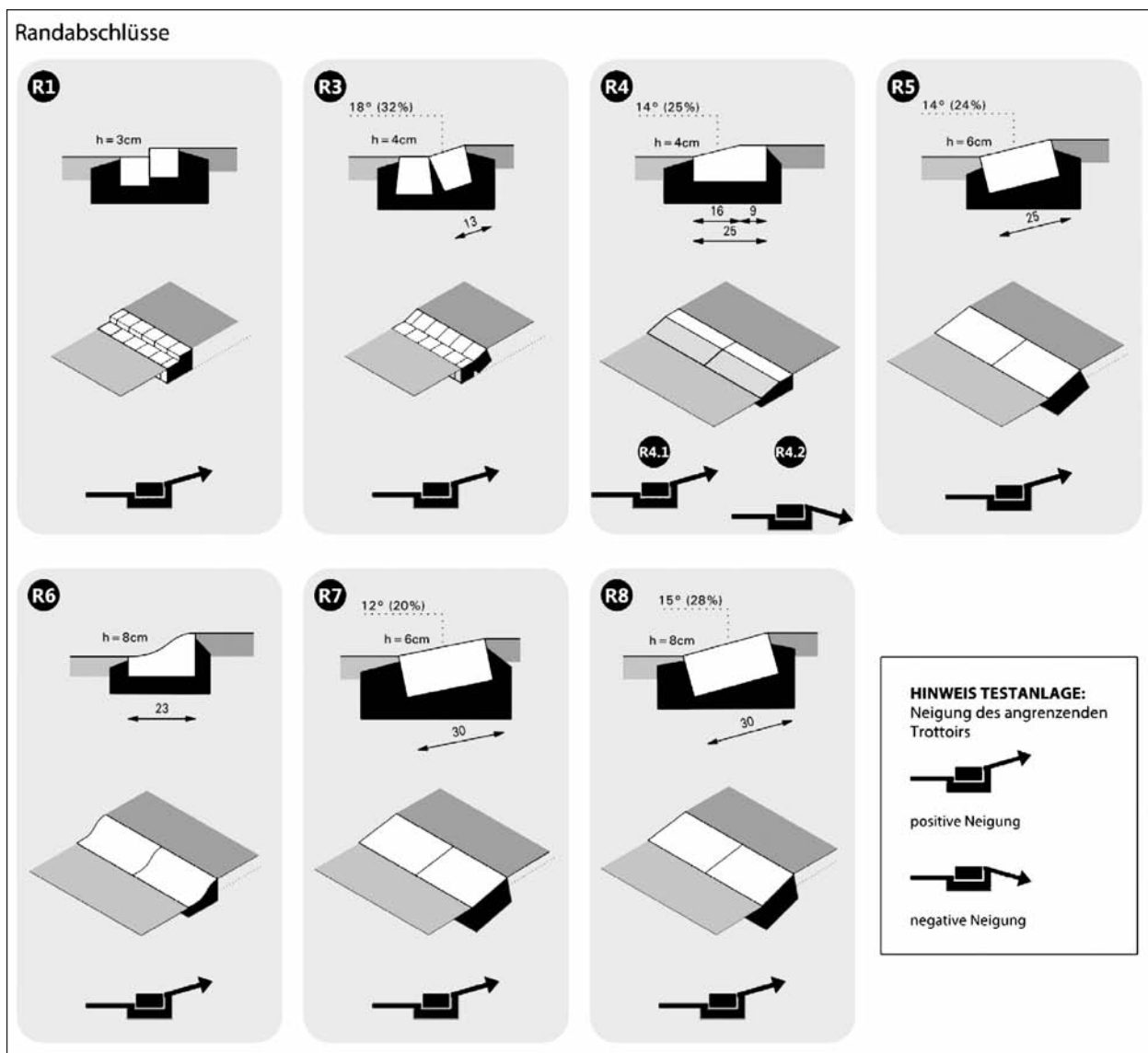


Bild 52: Im Randsteinlabor berücksichtigte Randsteintypen (ASTRA/EBGB et al. 2013, 9.1 Lesehilfe)

Untersuchung auf der Vereinbarkeit von Fahrradnutzung und den Belangen blinder und sehbehinderter Menschen lag.

Da die Forschungsergebnisse erst kurz vor Ende des vorliegenden Forschungsprojektes Mitte 2013 veröffentlicht wurden, kann an dieser Stelle nur ein kurzer Abriss der zentralen Ergebnisse gegeben werden (ASTRA/EBGB et al. 2013, S. 67 ff.):

- Es konnte kein Bordstein identifiziert werden, der von allen drei Nutzergruppen (blinde und sehbehinderte Menschen; Rollstuhlnutzer; Fahrradfahrer) gleichermaßen favorisiert wird.
- Grundsätzlich wurde festgestellt, dass für alle Nutzergruppen neben dem eigentlichen Bordsteintyp auch die Neigung der angrenzenden Flächen sowie die Bauausführung entscheidend sind.
- Der Randstein R1 (3 cm Höhenversatz mit scharfer Kante) ist auf Grundlage der Testergebnisse eindeutig der beste Kompromiss zwischen sehgeschädigten Menschen und Rollstuhlnutzern. Allerdings wurde dieser von den Fahrradfahrern am schlechtesten beurteilt, kommt daher ohne Unterbruch (= Zahnücke) für diese Gruppe nicht infrage.
- Die Randsteine R3 (Rampe mit Nullabsenkung, einem Höhenversatz von 4 cm und 32 % Längsneigung), R5 (Rampe mit Nullabsenkung, einem Höhenversatz von 6 cm und 24 % Längsneigung), R6 (sinusförmige Rampe mit Nullabsenkung und einem Höhenversatz von 8 cm) und R8 (Rampe mit Nullabsenkung, einem Höhenversatz von 8 cm und 28 % Längsneigung) werden für einen Kompromiss zwischen allen drei Gruppen aufgrund der für Rollstuhlnutzer zu hohen Längsneigung ausgeschlossen.
- Der optimale Kompromiss zwischen Radfahrern und sehgeschädigten Menschen ist der Randstein R5. Weitere akzeptable Kompromisse zwischen diesen Gruppen bieten Randstein R8 sowie R3.
- Der Randstein R1 mit Zahnücke ist eine adäquate Lösung zu R5 bzw. je nach örtlicher Situation sogar die beste Lösung für Radfahrer und sehgeschädigte Menschen. Allerdings wird auf die Gefährdungssituation für blinde und sehbehinderte Menschen hingewiesen, wenn diese

schräg auf die Zahnücke gelangen. Daher soll dieses Gefährdungspotenzial in Abhängigkeit der Breite der Zahnücke jeweils vor Ort in Bezug zu Lösung R5 abgewogen werden.

- Der Randstein R4 (Rampe mit Nullabsenkung, einem Höhenversatz von 4 cm und 25 % Längsneigung) wird von Rollstuhlnutzern und Fahrradfahrern großmehrheitlich positiv beurteilt. Obwohl dieser Randstein von der Hälfte der sehgeschädigten Menschen nicht sicher erkannt wurde, wird er als einsatzfähig bezeichnet, wenn bestimmte Kriterien, die allerdings noch nicht festgelegt wurden, eingehalten werden.
- Randstein R7 (Rampe mit Nullabsenkung, einem Höhenversatz von 6 cm und 20 % Längsneigung) ist der Favorit für Fahrradfahrer. Obwohl dieser Randstein von der Hälfte der sehgeschädigten Menschen nicht sicher erkannt wurde und für Rollstuhlnutzer aufgrund der großen Kraftanstrengung und der Kippgefahr problematisch ist, wird er als einsatzfähig bezeichnet, wenn bestimmte Kriterien, die allerdings noch nicht festgelegt wurden, eingehalten werden.

Ferner wurde in Bezug zu Randstein R1 (3-cm-Bordsteinkante) festgestellt, dass R1 mit Zahnücke (Mindestbreite für Rollstuhlnutzer 80 cm) abwärts im Hinblick auf das Sicherheitsgefühl und die Kippgefahr schlechter als R1 ohne Zahnücke bewertet wurde. Aufwärts verbesserte sich die Bewertung mit Zahnücke bezüglich Sicherheit und Kraftaufwands, aber nicht hinsichtlich der Kippgefahr (ASTRA/EBGB 2013, S. 57 f.).

In Bezug zu Rollatoren wurden nur die Randsteine R1 und R4 getestet, wobei festgestellt wurde, dass alle Testpersonen diese sowohl auf- als auch abwärts sicher befahren konnten. Beim Aufwärtsfahren haben kräftigere Personen bei R1 den Rollator angehoben, die anderen Teilnehmer „kannten alle die richtige Technik, um mit einem Rad nach dem andern den Absatz zu überwinden. Nach der Instruktion [...] wurde diese Technik von allen Personen problemlos auch mit beladenem Korb angewendet“ (ASTRA/EBGB 2013, S. 61). Gleichwohl bevorzugt die Mehrzahl der Testpersonen den Randstein R4.

4.3 Zusammenfassung der Analyse empirischer Untersuchungen Dritter

Der überwiegende Teil der ermittelten Untersuchungen widmet sich der ertastbarkeit oder Überrollbarkeit von Bodenindikatoren. Drei Untersuchungen greifen auch die Problematik der Bordsteinhöhe bzw. Bordsteinform für eine barrierefreie Gestaltung auf.

4.3.1 Bordsteine

Eine Untersuchung aus Deutschland (HSVV 2010) stellt auf Basis von Videobeobachtungen bezüglich der Bordsteinhöhe fest, dass eine Absenkung auf Fahrbahnniveau gehbehinderten Menschen die Überquerung deutlich vereinfacht; dies vor allem beim Verlassen der Fahrbahn. Die Sicherung der Nullabsenkung durch Bodenindikatoren und/oder durch Lichtsignalanlagen mit akustischen Freigabe- und Orientierungssignalen wird als Möglichkeit in Betracht gezogen.

Eine Untersuchung aus der Schweiz (ASTRA/EBGB 2013) über unterschiedliche Bordsteintypen für verschiedene Nutzer hat gezeigt, dass die 3-cm-Bordsteinkante der beste Kompromiss zwischen sehgeschädigten Menschen und Rollstuhlnutzern ist, obwohl auch unterschiedlichste Rampenlösungen, allerdings mit Längsneigungen zwischen 20 % und 32 %, getestet wurden.

Eine Untersuchung aus England (The Guide Dogs for the Blind Association 2008) lieferte Ergebnisse zu der Frage, welche Elemente (Bordsteine, Leitelemente usw.) am sichersten zu ertasten bzw. am besten zu überrollen sind. Bei dieser Untersuchung stand zwar die sichere Trennung von Verkehrsflächen, die von unterschiedlichen Verkehrsmitteln genutzt werden, im Fokus der Untersuchungen. Dennoch wurden auch die Überquerbarkeit und ertastbarkeit verschiedener Elemente in Querrichtung untersucht.

Die Einbauhöhe und die Form von Bordsteinkanten führen i. d. R. zu widersprüchlichen Bewertungen durch blinde und sehbehinderte Menschen sowie gehbehinderte Menschen. In Abwärtsrichtung durch Gehbehinderte als leicht überwindbar bewertete Kanten wurden von Langstocknutzern als weniger gut bewertet und umgekehrt. Rampen schnitten teilweise bei beiden Gruppen recht gut ab. Allerdings wurde die aufwärts gerichtete Bewegung

bei größerer Rampenlänge ($h = 5$ cm, Längsneigung 25 %) von deutlich mehr gehbehinderten Menschen schlechter beurteilt, als dies bei der kurzen Rampe ($h = 3$ cm, Längsneigung 14,3 %) der Fall war. Die meisten Langstocknutzer beurteilten die Erkennbarkeit an Rampen überwiegend gut. Lediglich bei der kurzen Rampe in der Abwärtsbewegung war die Erkennbarkeit nicht zufriedenstellend.

4.3.2 Bodenindikatoren

Durch eine Verbreiterung der taktilen Struktur vor Gefahrenstellen wird die Anhaltedistanz für Langstocknutzer signifikant verringert.

Eine japanische Studie (NAKAMURA 2010) kommt zu dem Schluss, dass die Unterscheidungsrate zwischen Rippen und Noppen sehr hoch ist. Höhere Strukturen verbessern die Sicherheit bei der Unterscheidung. Eine deutsche Studie (HVV 2011) konstatiert dagegen, dass die Wahrnehmung und Unterscheidung von Strukturen entscheidend von individuellen Faktoren abzuhängen scheinen (Stockspitze, Alter, Mobilitätstraining usw.). Z. B. wird die Wahrnehmung mit steigender Größe der Stockspitze weniger differenziert.

Die Höhe der Noppen scheint mit ca. 5 mm ideal für die Erkennbarkeit zu sein, ohne dass eine erhöhte Stolpergefahr von den Strukturen ausgeht. Geringere Höhen verschlechtern die Erkennbarkeit, höhere Strukturen erhöhen das Risiko des Stolperns.

Auch bei Langstocknutzern scheint es einen Zielkonflikt bei der Bewertung zu geben: Breite Rippenabstände verbessern die Wahrnehmbarkeit. Allerdings nimmt auch die Anzahl der Nutzer zu, welche die Rückkopplung solcher grober Strukturen bereits als zu stark empfindet. Ebenso fühlen sich insbesondere Rollatornutzer, aber auch Nutzer von Greifreifenrollstühlen, bei größeren Rippenabständen stärker beeinträchtigt („Rütteln“). Bei Noppen bevorzugen Langstocknutzer eher markante Signale durch Kegelstümpfe, da Kalotten eine zu geringe Rückmeldung geben.

Tendenziell sind bei Rippen schmale Rippenstege mit größerem Achsabstand mit dem Langstock besser zu ertasten als breite Stege mit geringem Achsabstand. Ebenso sind trapezförmige Querschnitte besser mit dem Langstock ertastbar als sinusförmige Querschnitte.

4.4 Bedeutung Gesamtsystem Überquerungsstelle

Die Wirksamkeit, Funktionalität und Verkehrssicherheit von Überquerungsstellen hängen letztlich auch davon ab, wie die Überquerungsstelle als Gesamtsystem gestaltet ist. Dabei spielen neben der Auswahl tauglicher Bodenindikatorstrukturen und Bordsteinformen insbesondere auch die direkten Umgebungsoberflächen und die korrekte Bauausführung eine große Rolle (vgl. auch ASTRA/EBGB 2013, S. 6).

Diesbezüglich weisen z. B. die H BVA darauf hin, dass bei Überquerungsstellen mit einheitlicher Bordhöhe „eine korrekte Bauausführung der 3-cm-Bordhöhe unabdingbar [ist]“ (FGSV 2011, S. 49), und definieren eine Einbautoleranz von maximal 10 % (ebenda). In Bezug zu Bodenindikatoren sollen „bei unzureichendem taktilem oder visuellem Kontrast zum umgebenden Belag [...] neben dem eigentlichen Bodenindikator Begleitstreifen [...] angeordnet [werden]“ (FGSV 2011, S. 32).

In der Praxis führt die Bauausführung der 3-cm-Bordkante oftmals zu unbefriedigenden Ergebnissen. Beispielsweise wurde im Rahmen einer Untersuchung eines Mikreisverkehrs mit Blindenleitsystem in Stuttgart festgestellt, dass an den 14 Messpunkten, an denen jeweils die höchste und niedrigste erkennbare Bordhöhe im abgesenkten Bereich der Überquerungsstelle sowie jeweils die Bordhöhe an der Mittellinie des Richtungsfeldes gemessen wurden, lediglich 31 % der Messwerte innerhalb des Toleranzbereiches von 10 % lagen. 63 % der Messwerte lagen allerdings um mehr als 20 % unterhalb der Toleranzgrenze (BÖHRINGER 2010a). Auch eine Untersuchung des Instituts Verkehr und Raum der FH Erfurt im Rahmen der „Evaluation der Checklisten zur Gewährleistung der Barrierefreiheit im ÖPNV im Rahmen der Thüringer ÖPNV-Investitionsrichtlinie“ hat Abweichungen in der Ausführung der 3-cm-Bordkante als den zweithäufigsten Mangel in Bezug zur Gestaltung von Verkehrswegen zu Bussteigen identifiziert (REBSTOCK et al. 2010, S. 15).

Bereits in Kapitel 4 wurde dargelegt, dass im Rahmen von Forschungsaktivitäten festgestellt wurde, dass die korrekte Verlegung von Bodenindikatoren entscheidend für deren Wirksamkeit ist. Auch wird explizit auf die Rolle des Plattenlegers und des jahreszeitlichen Einbauzeitraums hingewiesen. Die DIN 32984 nennt als Voraussetzung für die Wirk-

samkeit einer Bodeninformation den hohen taktilen, visuellen und möglichst auch akustischen Kontrast zum angrenzenden Bodenbelag: „Bodenindikatoren müssen im Verhältnis zum angrenzenden planebenen und möglichst fugenlosen oder engfugigen Bodenbelag gut mit dem Langstock erkennbar sein und sollten darüber hinaus mit den Füßen ertastbar sein. Wenn die Ertastbarkeit nicht gegeben ist, z. B. bei Bodenindikatoren in Bodenbelägen aus fugenreichen oder gefasteten Pflastersteinen, ist ein Begleitstreifen [...] vorzugsweise auf beiden Seiten neben den Bodenindikatoren vorzusehen. [...] Begleitstreifen müssen eine planebene, engfugige Oberfläche aufweisen und fadenfrei sein. Dem Leitstreifen zugeordnete Begleitstreifen sind in der Regel beidseitig in einer Breite von mindestens 60 cm zu verlegen, damit Bodenindikatoren taktil gut erkannt werden können [...]. Liegen Begleitstreifen quer zur Hauptgehrichtung (z. B. bei Auffindestreifen, Aufmerksamkeitsfeldern vor Treppen, Sperrfeldern vor partiellen Nullabsenkungen), muss der taktil kontrastierende Begleitstreifen mindestens 60 cm, vorzugsweise 90 cm tief sein [...]. Bei schmalen Gehwegen und im Kreuzungsbereich sollte der gesamte Überquerungsbereich der Bodenindikatoren in eine Begleitfläche eingebettet werden. Falls lediglich der visuelle Kontrast zu den Bodenindikatoren den Kontrastwert von $K = 0,4$ nach DIN 32975 [...] unterschreitet, ist ein in der Leuchtdichte und gegebenenfalls Farbe visuell kontrastierender Begleitstreifen in der Breite/Tiefe von 30 cm ausreichend [...]“ (Norm DIN 32984 2011, S. 13 ff.).

In Bezug zu Bodenindikatoren wurden in der bereits erwähnten Studie des Instituts Verkehr und Raum ebenfalls erhebliche Planungs- bzw. Ausführungsdefizite festgestellt, wenngleich nur Bodenindikatoren an ÖPNV-Haltestellen und nicht an Überquerungsstellen untersucht wurden. So war bei knapp der Hälfte der analysierten Bushaltestellen der Auffindestreifen nicht vorhanden oder die Rippenplatten waren falsch verlegt bzw. es wurden die falschen Oberflächenstrukturen eingesetzt. Daneben wiesen die Bodenindikatoren bei rund 40 % der Haltestellen keinen ausreichenden taktilen und/oder visuellen Kontrast zum Umgebungsbelag auf (REBSTOCK et al. 2010, S. 20). Auch der „Kölner Stadtanzeiger“ thematisierte im Jahr 2009 die Problematik falscher Verlegung von Bodenindikatoren unter dem Titel „Blinde landen mitten auf der Kreuzung“. Darin heißt es u. a., dass die Bodenindikatoren an einer Überquerungsstelle von der

Baufirma falsch verlegt wurden und dadurch die Rippen der Richtungsfelder nicht in Gehrichtung der Furt zeigen, sondern die blinden Nutzer mitten auf die Kreuzung geleitet werden. Dies wird als lebensgefährlich bezeichnet. Weiter wird festgestellt, dass die „schlampige Bauausführung“ kein Einzelfall ist und auch an anderen Überquerungsstellen fehlerhaft gebaut wurde (SARWAS 2009)

Die Beispiele zeigen, dass einerseits eine fachgerechte Ausführungsplanung Grundvoraussetzung für die Nutzbarkeit der Überquerungsstelle sowohl für geh- als auch für sinnesbehinderte Menschen ist. Andererseits wird die Bedeutung der korrekten Bauausführung und insbesondere auch einer fachlich fundierten Bauabnahme unterstrichen. Die H BVA stellt hierzu fest, dass „der Bauabnahme im Hoch- und Tiefbau eine besondere Bedeutung im Sinne einer Qualitätssicherung zu[kommt und] [...] dementsprechend [...] der Einbezug der planungsbeteiligten Fachexperten zur Barrierefreiheit im Rahmen von Bauabnahmen zu empfehlen [ist], um ggf. aufgetretene Baumängel noch als Teil der Gewährleistung beseitigen lassen zu können“ (FGSV 2011, S. 14).

5 Befragung blinder und sehbehinderter Menschen

5.1 Anlass und Ziel der Erhebung

Bislang existierten kaum empirisch belastbare Aussagen zur individuellen Mobilität und Orientierung blinder und sehbehinderter Menschen im Verkehrsraum. Im Gegensatz zu den Gestaltungsempfehlungen, die Erleichterungen für Menschen mit physischen Beeinträchtigungen bewirken, lassen sich Maßnahmen zum Ausgleich von Wahrnehmungsstörungen nicht ohne weiteres auf allgemeingültige Weise ableiten, indem man z. B. für eine niveaugleiche, ebene und rutschfeste Oberfläche der Verkehrsräume sorgt. Die Möglichkeiten und die Art und Weise, wie der eingeschränkte Sehsinn ausgeglichen wird, können individuell sehr verschieden sein.

Im Verkehrsraum werden an vielen Stellen besondere Elemente und Ausstattungen eingesetzt, um die Orientierung blinder und sehbehinderter Menschen zu verbessern. Es kann allerdings nicht ausgeschlossen werden, dass ein bestimmter Anteil der blinden und sehbehinderten Menschen mit diesen besonderen Informationsformen, z. B.

- mit dem Erkennen und Interpretieren von Bodenindikatoren,
- mit dem Verstehen von akustischen Hinweisen oder
- mit der Anwendung von elektronischen Hilfsmitteln zur Orientierung,

überfordert ist. Schließlich bedeuten die Orientierung und besonders das Überqueren von Straßen ohne oder mit eingeschränktem Sehsinn höchste Konzentration. Hinzu kommt, dass ein Großteil der blinden und sehbehinderten Menschen erst im hohen Alter von dieser Einschränkung betroffen ist, wenn die Fähigkeit zum Erlernen von neuen Orientierungsformen deutlich geringer ist als bei jüngeren Menschen.

Ziel der Befragung war es – neben den für die Datenwichtung und Hochrechnung erforderlichen sozio-demografischen Angaben – empirisch gesicherte Erkenntnisse zu folgenden Fragestellungen zu gewinnen:

- Aussagen zum Mobilitätsverhalten, insbesondere zur Anzahl der täglichen Wege, dem Anteil selbstständig bewältigter Wege sowie der Nutzung von Verkehrsmitteln.
- Informationen über die verwendeten Hilfsmittel für die Orientierung im öffentlichen Raum (z. B. Langstöcke, Blindenführhunde, GPS-Ortungsgaräte usw.) und deren Beschaffenheit (z. B. Langstockspitzen etc.).
- Bedeutung und individuelle Nutzung verschiedener Orientierungspunkte bzw. Orientierungsmöglichkeiten im öffentlichen Raum, wie z. B. Hauskanten, Borde oder Bodenindikatoren.
- Hindernisse, welche die selbstständige Mobilität einschränken.
- Erfassen der individuellen Erfahrungen mit spezifischen Überquerungsstellen.

5.2 Untersuchungsmethodik

Es wurden mehrere befragungsmethodische Ansätze gewählt, um eine möglichst große Reichweite der Befragungsaktion zu gewährleisten. Neben einem barrierefreien internetbasierten Fragebogendesign mit Möglichkeit der direkten Dateneingabe durch die Nutzer wurden telefonische Befragungen sowie schriftliche/postalische Befragungen durchgeführt.

Die Kontaktaufnahme zur Zielgruppe erfolgte, gesteuert durch den Deutschen Blinden- und Sehbehindertenverband (DBSV), auf mehreren Wegen:

- über den Newsletter „dbsv-direkt“,
- über weitere Mail-Verteiler an die Mitglieder des DBSV,
- über Mail-Verteiler an die dem DBSV angeschlossenen Verbände und regionalen Ortsgruppen mit Bitte um Unterstützung und Weiterleitung an ihre Mitglieder,
- auf der Homepage des DBSV,
- über eine Beilage des Fragebogens mit Rücksendeumschlag bzw. des Fragebogens im DAISY-Format oder als Punktschriftausgabe (je nach abonniertem Ausgabeformat) zu einem Artikel in der Zeitschriftausgabe „Gegenwart“ des DBSV.

Während des Erhebungszeitraumes vom 9.1.2012 bis zum 4.3.2012 bestand die Möglichkeit für Rückfragen und bei Verständnisproblemen, per E-Mail oder Telefon direkt beim DBSV und bei der ISUP GmbH Rat einzuholen. Die Kontaktdaten der Ansprechpartner waren in allen Fragebogenformaten ausgewiesen. Gleichzeitig bestand über diese Kontaktadressen die Möglichkeit, sich zur telefonischen Befragung anzumelden bzw. dort um Zusendung eines Schwarzschrift-Fragebogens mit Rücksendeumschlag zu bitten.

5.2.1 Expertengespräche zum Befragungsdesign

Zur Vorbereitung des Befragungsdesigns fanden Expertengespräche mit Orientierungs- & Mobilitätslehrern (O&M-Lehrer) und Ausbildern für Blindenführhunde statt.

Durch die Expertengespräche konnten u. a. vollständige und sinnvolle Antwortvorgaben für die Befragung der blinden und sehbehinderten Menschen gefunden werden. Außerdem wurden wichtige Hinweise für das Fragebogendesign gewonnen.

5.2.2 Pre-Test

Die Verständlichkeit und Handhabbarkeit des Fragebogens (Anhang C) in seinen unterschiedlichen Formen wurden im Rahmen eines Pre-Tests am 14.12.2011 überprüft. Dabei wurde die Handhab-

barkeit des Internetfragebogens mit mehreren blinden und sehbehinderten Probanden getestet und außerdem die Verständlichkeit und evtl. unterschiedliche individuelle Interpretation von Einzelfragen diskutiert. Ferner fanden weitere Testinterviews am Telefon statt. Inhaltliche Hinweise zum Fragebogen kamen außerdem aus dem Betreuungsausschuss des FE-Vorhabens.

Für den Internetfragebogen mussten einige zentrale Fragen verpflichtend beantwortet werden. Das vollständige Ausfüllen des Fragebogens war nur mit Beantwortung dieser Fragen möglich.

5.3 Datenplausibilisierung und Datenwichtung

Insgesamt nahmen 1.549 Personen an der Befragung teil. Davon füllten 1.233 Personen den Fragebogen vollständig aus, 316 Personen brachen die Befragung vor der Beantwortung aller Fragen ab.

5.3.1 Datenplausibilisierung

Die Befragungsdaten wurden nach folgenden Gesichtspunkten geprüft und korrigiert:

- Überprüfung und Ausschluss mehrfacher Befragungssätze von derselben Person durch Filterung bestimmter Merkmale.
- Ausschluss offensichtlich unsinniger Datensätze nach manueller Prüfung.
- Fehlerkorrektur unvollständiger bzw. offensichtlich fehlerhafter Angaben zu PLZ und Geburtsjahr.
- Korrektur von nicht plausiblen Angaben zu Hilfsmitteln, zu Angaben zum letztmalig durchgeführten Mobilitätstraining und zu weiteren Merkmalen.

Nicht beendete Interviews wurden verwendet, wenn folgende Bedingungen erfüllt waren:

- Plausible Antworten bei den Personenmerkmalen.
- Alle Pflichtangaben ausgefüllt und Fragebogen insgesamt entweder bis zur Frage 19 weitestgehend ausgefüllt, wenn alltägliche Wege noch allein bewältigt werden; ansonsten zumindest bis zur Frage 10 ausgefüllt.
- Prüfung, ob evtl. dieselbe Person den Fragebogen noch einmal vollständig ausgefüllt hat.

Im Ergebnis der Plausibilisierung verblieben insgesamt 1.384 Datensätze zur Auswertung, davon 1.223 vollständig abgeschlossene Interviews und 161 vorzeitig beendete Interviews.

872 Teilnehmer füllten den Fragebogen selbstständig bzw. mit Unterstützung im Internet aus, 123 Teilnehmer wurden telefonisch befragt und insgesamt 389 Personen schickten einen ausgefüllten Papierfragebogen zurück.

5.3.2 Datenwichtung und Hochrechnung

Räumliche Verteilung der Stichprobe

Die Tabelle 7 zeigt die Verteilung der Stichprobe im Vergleich zur Verteilung der Gesamtbevölkerung. Der überdurchschnittlich hohe Anteil von Interviews in der Postleitzahlen-Zone (PLZ-Zone) 7 folgte aus der hohen Beteiligung aufgrund der besonderen Unterstützung der Befragung durch den Blinden- und Sehbehindertenverband Südbaden.

Abgesehen von dieser Abweichung entsprach die Verteilung der Stichprobe in etwa der Verteilung der Bevölkerung in Deutschland. Abzüglich des Postrücklaufs aus Südbaden lag die Abweichung der Rücklaufanteile in Relation zur Bevölkerungsgesamtheit zwischen 2 % und 26 %. Dies belegt eine hinreichende räumliche Verteilung der Stichprobe.

PLZ-Zone	Datensätze in Stichprobe (%)	Anteil in Stichprobe (%)	Bev.-Anteil insgesamt (%)	Abweichung (%)	rechner. Wichtungsfaktor
0	99	7,15	8,15	-12	1,139
1	127	9,18	8,6	7	0,937
2	102	7,37	10,62	-31	1,441
3	150	0,84	10,88	0	1,004
4	108	7,80	12,53	-38	1,606
5	113	8,16	11,21	-27	1,373
6	99	7,15	9,22	-22	1,289
7	352	25,43	10,66	139	0,419
8	109	7,88	9,47	-17	1,202
9	125	9,03	8,67	4	0,960
n	1.384		81,75 Mil.		

Tab. 7: Regionale Verteilung der Stichprobe und Abweichung zur Bevölkerungsgesamtheit (N = 1.384)

Die mit Ausnahme der aufgrund der genannten hohen Beteiligung der Region Südbaden relativ gleichmäßige räumliche Verteilung der Stichprobe zeigt auch Bild 53.

Eine Hochrechnung anhand der räumlichen Bevölkerungsverteilung war nicht ratsam, da nicht von einer homogenen Verteilung der Befragten ausgegangen werden konnte und keine Statistik über deren Wohnorte geführt wird.

Altersstruktur

Im Vergleich der Altersstruktur nach Angaben des Statistischen Bundesamtes und der Zusammensetzung der Stichprobe fiel auf, dass die Altersgruppe der Menschen über 75 deutlich unterrepräsentiert war (vgl. Tabelle 8). Bei den über 75-Jährigen lag der Anteil um den Faktor 5 über dem Anteil dieser Gruppe in der Stichprobe. Fast alle anderen Altersgruppen waren im Gegensatz dazu überdurchschnittlich vertreten.

Da gerade Aussagen zur Mobilität und den Möglichkeiten der Orientierung zwischen den Altersgruppen signifikante Unterschiede erwarten lassen,

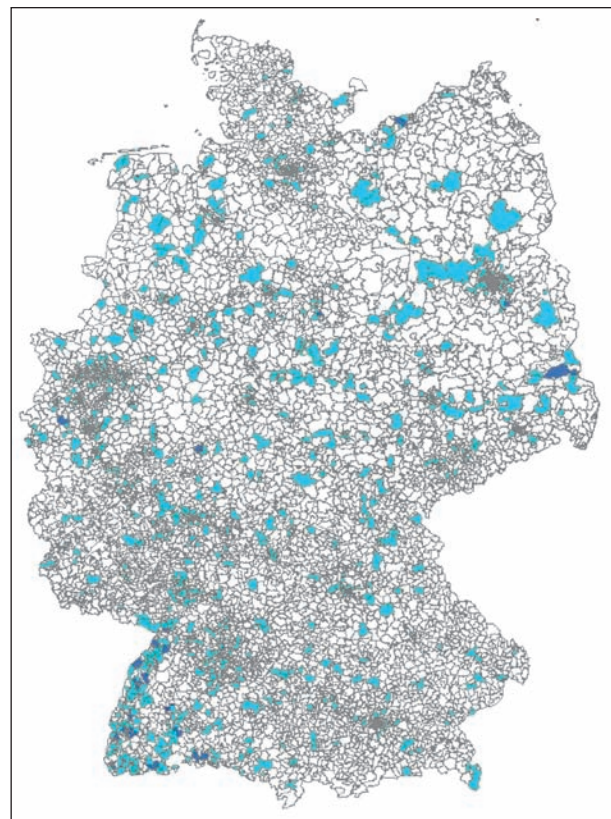


Bild 53: Räumliche Verteilung der Stichprobe nach PLZ-Bezirken

ist für Hochrechnungen auf die Grundgesamtheit eine Datenwichtung nach Altersklasse sinnvoll.

In Abhängigkeit von der Fragestellung sind auch altersgruppengetrennte Auswertungen möglich.

Geschlechterverteilung

Weil mit zunehmendem Alter auch Blindheit und Sehbehinderungen signifikant zunehmen und weil Frauen in Deutschland eine höhere Lebenserwartung haben, beträgt der weibliche Anteil unter den

Altersklasse	Datensätze in Stichprobe	Anteil Stichprobe (%)	Grundgesamtheit (ab 15 Jahre)	Anteil Grundgesamtheit (%)	rechnerischer Wichtungsfaktor
15-17	10	0,72	1.595	0,46	0,64
18-24	56	4,05	4.546	1,32	0,33
25-34	127	9,18	7.958	2,31	0,25
35-44	187	13,51	15.912	4,62	0,34
45-54	345	24,93	27.717	8,05	0,32
55-59	152	10,98	20.830	6,05	0,55
60-64	138	9,97	23.869	6,93	0,70
65-69	100	7,23	34.746	10,09	1,40
70-74	135	9,75	35.766	10,38	1,06
75 und älter	134	9,68	171.479	49,79	5,14
Summe	1.384	100	344.418		

Tab. 8: Verteilung der Altersgruppen in der Stichprobe und im Vergleich mit den Angaben des Statistischen Bundesamtes (Statistisches Bundesamt 2009) (N = 1.384)

Art der Seheinschränkung	Datensätze in Stichprobe	Grundgesamtheit ¹	Abweichung (Faktor)	Anteil Grundgesamtheit (ab 15 Jahre) (%)	Anteil Stichprobe (%)
blind	860	76.242	0,356	22,1	62,1
hochgradig sehbehindert ²	370	50.581	0,549	14,7	26,7
sehbehindert	154	217.595	5,678	63,2	11,1
Summe	1.384	344.418			

¹ Hier nur Menschen mit Sehbehinderung oder Blindheit im Alter über 15 Jahre (Statistisches Bundesamt 2009).
² Sehvermögen max. 5 %, Erhalt Nachteilsausgleich für sehbehinderte Menschen.

Tab. 9: Verteilung der Art der Seheinschränkung in der Stichprobe und in der Grundgesamtheit der über 15-Jährigen (N = 1.384)

blinden und sehbehinderten Menschen nach Angaben des DBSV ca. 59 % (Stand 2007). In der Stichprobe liegt der Anteil der weiblichen Teilnehmer dagegen bei 48 %. Das bedeutet, es nahmen überdurchschnittlich viele Männer an der Befragung teil.

Für Hochrechnungen auf die Grundgesamtheit wurde daher eine Wichtung nach Geschlecht berücksichtigt.

Erwerbstätigkeit

Nach Schätzungen des DBSV sind 72 % der Blinden im erwerbsfähigen Alter ohne feste Beschäftigung. Diese Aussage beruht auf einer im Jahr 2005 durchgeführten Umfrage bei den Landesverbänden des DBSV, jedoch nicht auf gesicherten empirischen Daten. In der Stichprobe liegt der Anteil der Angestellten, Beamten, Freiberufler und Selbstständigen im erwerbsfähigen Alter (19 bis 65 Jahre) insgesamt (einschließlich der blinden und sehbehinderten Menschen) bei 46 % und ausschließlich auf die blinden Menschen bezogen bei 51 %. Dies könnte darauf hindeuten, dass berufstätige Personen in der Stichprobe überrepräsentiert sind.

Für Hochrechnungen auf die Grundgesamtheit war die Schätzung des DBSV allerdings zu wenig belastbar.

Art der Sehbehinderung

Angaben zur Anzahl von Menschen mit einer Einschränkung des Sehens werden durch das Statistische Bundesamt nach Art der Seheinschränkung getrennt ausgewiesen, solange diese Einschränkung die schwerste Behinderung ist (Tabelle 9). Da ferner nur Personen mit Schwerbehindertenausweis erfasst sind, ist insbesondere die Zahl der blinden oder sehbehinderten Menschen insgesamt noch höher einzuschätzen.

Da im DBSV überwiegend blinde und hochgradig sehbehinderte Menschen organisiert sind und für die Befragung im Wesentlichen die Kontaktmöglichkeiten des DBSV genutzt wurden, sind sehbehinderte Menschen im Befragungsdatensatz erwartungsgemäß unterrepräsentiert. Die Tabelle 9 zeigt die Verteilung der Art der Seheinschränkung in der Stichprobe im Vergleich zur Grundgesamtheit.

Da hinsichtlich der Datenauswertung in der Regel eine separate Betrachtung nach Art der Sehbehinderung erforderlich ist, ist es nicht sinnvoll, den Datensatz insgesamt nach diesem Merkmal zu ent-

zerren. Die für einzelne Auswertungen sinnvolle Hochrechnung auf die Gesamtheit der Menschen mit Sehschädigung und mit Schwerbehindertenausweis und der Sehbehinderung als schwerster Behinderung erfolgte jeweils gesondert nach den Zahlen der Tabelle 9.

5.3.3 Wichtungsverfahren/-faktoren

Abgeleitet aus den vorstehenden Überlegungen, wird eine Datenwichtung nach Altersgruppe und Geschlecht vorgenommen (Tabelle 10). Für die Hochrechnung wird in vier Altersgruppen klassifiziert.

Altersgruppe und Geschlecht		Anzahl blinde und sehbehinderte Menschen	Datensätze	Anteil Grund-gesamtheit (%)	Anteil Stichprobe (%)	Wichtungs-faktor
15-24	w	2.695	35	0,78	2,53	0,31
15-24	m	3.446	31	1,00	2,24	0,45
25-44	w	10.478	153	3,04	11,05	0,28
25-44	m	13.392	161	3,89	11,63	0,33
45-64	w	33.198	310	9,64	22,40	0,43
45-64	m	39.218	325	11,39	23,48	0,48
65 und älter	w	158.383	173	45,99	12,50	3,68
65 und älter	m	83.608	196	24,28	14,16	1,71

Tab. 10: Wichtungsfaktoren für die Hochrechnung der Daten (N = 1.384)

Altersgruppe	Sehsinn früher ausreichend für Orientierung im Straßenverkehr
15-24	50 %
25-44	56 %
45-64	73 %
65 und älter	76 %
Art der Seheinschränkung	
blind	67 %
hochgradig sehbehindert	82 %
sehbehindert	80 %
insgesamt	73 %

Tab. 11: Haben Sie Zeiten erlebt, in denen Sie sich hauptsächlich mit Hilfe Ihres Sehsinns im Straßenverkehr orientieren konnten? (N = 1.384)

5.4 Ergebnisse der Befragung

5.4.1 Zeitliches Auftreten der Einschränkung

Die Mehrzahl der blinden und sehbehinderten Menschen (insgesamt 73 %) konnte sich in der Vergangenheit bzw. zum Zeitpunkt der Befragung eingeschränkt ausschließlich mit Hilfe des Sehsinns im Straßenverkehr orientieren. Weil mit zunehmendem Alter auch zunehmend Einschränkungen des Sehsinns auftreten, ist der Anteil der Menschen, die von Geburt an blind oder hochgradig sehbehindert sind, in den höheren Altersgruppen entsprechend geringer.

Der Anteil der von Geburt an blinden und sehbehinderten Menschen ist nach den Zahlen der Tabelle 11 bei blinden Menschen offensichtlich am höchsten.

5.4.2 Mobilitätsverhalten

Hochgerechnet auf die Anzahl blinder und sehbehinderter Menschen nach Art der Seheinschränkung (Statistisches Bundesamt 2009) sind 83 % der sehbehinderten Menschen in der Lage, alltägliche Wege allein, d. h. ohne helfende Begleitperson, zu bewältigen. Diese Fähigkeit nimmt mit zunehmendem Alter und mit zunehmender Schwere der Einschränkung ab (Tabelle 12).

Altersgruppe	Bewältigung von Wegen ohne Hilfe		
	all-tägliche Wege	unbekannte Wege am Wohnort	unbekannte Wege nach/in anderen Orten
15-24	90 %	74 %	60 %
25-44	95 %	70 %	58 %
45-64	90 %	67 %	50 %
65 und älter	73 %	42 %	24 %
Art der Seheinschränkung			
blind	78 %	47 %	30 %
hochgradig sehbehindert	77 %	48 %	31 %
sehbehindert	87 %	64 %	48 %
hochgerechneter Anteil für alle Arten der Seheinschränkung	83 %	58 %	42 %

Tab. 12: Können Sie alltägliche Wege alleine bewältigen und trauen Sie sich das Gehen unbekannter Wege zu? (N = 1.384)

Deutlich weniger blinde oder sehbehinderte Menschen gaben an, dass sie sich neue, unbekannte Wege ohne helfende Begleitperson zutrauen. Dieses Verhalten ist ebenfalls stark abhängig vom Alter und von der Art der Einschränkung. Nur knapp 50 % der blinden und hochgradig sehbehinderten Menschen teilten mit, dass sie sich trauen, unbekannte Wege am Wohnort alleine zurückzulegen. Für unbekannte Wege an anderen Orten gilt dies für nur noch 30 % der Gruppe. Im Vergleich zu den einfach sehbehinderten Menschen zeigte sich, dass mit Blindheit und hochgradiger Sehbehinderung eine deutliche Einschränkung der selbstständigen Mobilität verbunden ist.

Auffällig ist, dass die Fähigkeit zur Bewältigung alltäglicher Wege in der Gruppe der 25- bis 44-Jährigen stärker ausgeprägt ist als in der Gruppe der 15- bis 24-Jährigen. Eine Erklärung könnte sein, dass ein größerer Anteil der sehr jungen Befragungsteilnehmer noch nicht auf eigenen Füßen steht und viele Wege gemeinsam mit den Eltern oder mit einem Betreuer absolviert werden. Andererseits ist auch eine statistische Ungenauigkeit nicht auszuschließen, da in dieser Altersgruppe insgesamt nur 66 Datensätze vorlagen (vgl. Tabelle 10).

Durchschnittlich werden in Deutschland von jeder Person etwa 3,1 werktägliche Wege zurückgelegt (TU Dresden 2009). Die Befragungsergebnisse, aufgeschlüsselt nach der Art der Sehbehinderung, zeigen ein ähnliches Mobilitätsverhalten bei Menschen mit Seheinschränkung. Allerdings waren auch deutliche Unterschiede zwischen blinden bzw. hochgradig sehbehinderten Personen und Personen mit geringer ausgeprägter Sehbehinderung zu erkennen (Tabelle 13). Das Alter spielt bei der Zahl der täglichen Wege ebenso eine wichtige Rolle.

Altersgruppe	Wege am Vortag
15-24	3,5
25-44	3,9
45-64	3,8
65 und älter	2,7
Art der Seheinschränkung	
blind	3,0
hochgradig sehbehindert	3,0
sehbehindert	3,5

Tab. 13: Wie viele Wege haben Sie am Tag vor dem Ausfüllen des Fragebogens insgesamt zurückgelegt? (N = 1.384)

89 % der Befragten nutzen bei ihren selbstständigen alltäglichen Wegen auch öffentliche Verkehrsmittel.

Die Tabelle 14 zeigt das Zutrauen, unbekannte Wege am eigenen Wohnort und zu oder an anderen Orten allein durchzuführen. Diejenigen, die sich unbekannte Wege am Wohnort bzw. auch an anderen Orten zutrauen, unternahmen dann derartige Wege auch häufiger (Tabelle 14). Dabei hatte die Art der Seheinschränkung relativ begrenzten Einfluss auf die Anzahl der zurückgelegten unbekanntenen Wege. Bei Betrachtung des Alters zeigte sich die geringere Aktivität der über 65-Jährigen.

60 % bis 70 % der Befragten benutzten für die unbekanntenen Wege, die sie im letzten Monat vor der Befragung allein unternommen hatten, zumindest teilweise auch öffentliche Verkehrsmittel. Die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel war in den jüngeren Altersgruppen und mit höherem Grad der Sehbehinderung häufiger (Tabelle 15).

Die Nutzung von Taxis für unbekannte Wege, die allein im letzten Monat vor der Befragung unternommen wurden, ist mit zunehmendem Grad der Seheinschränkung

Allein unternommene unbekannte Wege am Wohnort (N = 682); an anderen Orten (N = 425) im letzten Monat/in den letzten 3 Monaten								
	blind		hochgradig sehbehindert		sehbehindert			
1-mal	9	6	8	8	8	11		
2- bis 3-mal	18	9	16	10	23	18		
4- bis 5-mal	7	4	7	4	9	4		
6- bis 10-mal	2	3	5	3	2	5		
> 10-mal	1	1	3	2	3	2		
gar nicht	14	9	14	7	22	9		
durchschnittl. Wegezahl	2,3	2,6	2,9	2,9	2,3	2,8		
	Altersgruppe							
	15 - 24		25 - 44		45 - 64		65 +	
1-mal	11	13	13	12	12	12	7	5
2- bis 3-mal	29	16	27	18	20	16	15	8
4- bis 5-mal	14	7	10	8	11	7	5	2
6- bis 10-mal	6	5	4	4	4	2	2	3
> 10-mal	4	2	4	4	4	4	1	0
gar nicht	10	13	13	12	18	10	14	7
durchschnittl. Wegezahl	3,3	2,7	2,9	3,0	2,8	2,9	2,3	2,6

Tab. 14: Wie häufig haben Sie Ihnen unbekannte Wege allein unternommen? (nur Personen, die angaben, sich unbekannte Wege zuzutrauen) – Angaben in %

Altersgruppe	Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel für unbekannte Wege, die im letzten Monat allein unternommen wurden			
	ja, bei (fast) allen Wegen	ja, bei den meisten Wegen	ja, bei einigen Wegen	nein
15-24	7 %	16 %	56 %	20 %
25-44	14 %	14 %	51 %	21 %
45-64	14 %	14 %	47 %	25 %
65 und älter	11 %	8 %	47 %	34 %
Art der Seheinschränkung				
blind	9 %	13 %	49 %	29 %
hochgradig sehbehindert	17 %	8 %	48 %	27 %
sehbehindert	12 %	7 %	45 %	37 %

Tab. 15: Haben Sie für die unbekannt Wege öffentliche Verkehrsmittel genutzt? (N = 509, gewichtet)

Altersgruppe	Nutzung von Taxis für unbekannte Wege, die im letzten Monat allein unternommen wurden			
	ja, bei (fast) allen Wegen	ja, bei den meisten Wegen	ja, bei einigen Wegen	nein
15-24	4 %	4 %	22 %	71 %
25-44	2 %	3 %	31 %	65 %
45-64	3 %	3 %	32 %	63 %
65 und älter	2 %	2 %	31 %	65 %
Art der Seheinschränkung				
blind	2 %	4 %	40 %	54 %
hochgradig sehbehindert	3 %	1 %	26 %	71 %
sehbehindert	0 %	0 %	9 %	90 %

Tab. 16: Haben Sie für die unbekannt Wege Taxis genutzt? (N = 502, gewichtet)

schränkung deutlich größer (Tabelle 16). Dabei spielte das Alter kaum eine Rolle. Lediglich die 15- bis 24-Jährigen nutzen Taxis etwas weniger häufig.

5.4.3 Erfahrungen mit einem Mobilitätstraining

Im Orientierungs- und Mobilitätstraining (O&M-Training) werden grundlegende Kenntnisse für die Orientierung im Straßenraum, beim Umgang mit dem Blindenlangstock und für das Überqueren von Straßen vermittelt. Mobilitätstrainings werden, abhängig von Art und Umfang der Seheinschränkung, von den Krankenkassen in der Regel im Umfang zwischen 20 bis max. 80 Stunden einmalig finanziert.⁹ Wiederholungsstunden, beispielsweise auch

Altersgruppe	Mobilitätstraining absolviert
15-24	87 %
25-44	84 %
45-64	71 %
65 und älter	54 %
Art der Seheinschränkung	
blind	78 %
hochgradig sehbehindert	44 %
sehbehindert	27 %
hochgerechneter Anteil für alle Arten der Seheinschränkung	61 %

Tab. 17: Haben Sie schon einmal ein Mobilitätstraining absolviert? (N = 1.384)

nach einem Umzug, sind im Allgemeinen nicht vorgesehen.

Die Befragung ergab einen deutlich geringeren Anteil älterer Menschen, die schon einmal ein Mobilitätstraining absolviert hatten (Tabelle 17). Zudem war zu erkennen, dass überwiegend vollblinde Menschen ein Mobilitätstraining absolviert hatten.

Rechnet man die aus der Befragung gewonnenen Anteile entsprechend den laut Bundesstatistik (Statistisches Bundesamt 2009) ausgewiesenen Zahlen blinder und sehbehinderter Menschen nach Art der Seheinschränkung (Tabelle 9) hoch, ergibt sich, dass nur 41 der Menschen mit Schwerbehindertenausweis und einer Einschränkung des Sehens als schwerste Behinderung jemals ein Mobilitätstraining absolviert haben. Es ist zudem zu berücksichtigen, dass es mehrfachbehinderte Menschen mit anderer schwerster Behinderung und blinde und sehbehinderte Menschen ohne Schwerbehindertenausweis gibt. Damit dürfte insgesamt ein noch wesentlich geringerer Teil aller blinden und sehbehinderten Menschen jemals ein Mobilitätstraining absolviert haben.

Bei denjenigen Befragten, die bereits einmal ein Mobilitätstraining absolviert haben, liegt dieses in der Hälfte der Fälle bereits mehr als zehn Jahre zurück (Tabelle 18).

⁹ Die maximale Stundenzahl für den Regelfall wird von der zuständigen Krankenkasse festgelegt. Die Regelungen sind teilweise auch zwischen den Bundesländern verschieden. In Interviews mit O&M-Lehrern kam zum Ausdruck, dass im Durchschnitt etwa 40 Stunden Mobilitätstraining einmalig abgerechnet werden können. Diese Zahl ist empirisch nicht belastbar.

innerhalb der letzten 3 Jahre	24 %
vor 4 bis 10 Jahren	25 %
vor mehr als 10 Jahren	50 %

Tab. 18: Geben Sie bitte an, in welchem Jahr das letzte Mobilitätstraining absolviert wurde (N = 836)

5.4.4 Angaben zur Hilfsmittelnutzung

Das vor allem von blinden und hochgradig sehbehinderten Menschen am häufigsten benutzte Hilfsmittel ist der Langstock (Tabelle 19). Je geringer die Stärke der Seheinschränkung, desto mehr gewinnen Sehhilfen wie Lupe, Monokular/Kantenfilter u. a. an Bedeutung. Insgesamt sind Sehhilfen das zweitwichtigste Hilfsmittel sehbehinderter Menschen. Weitere Bedeutung haben außerdem Taschenlampen, beispielsweise zur Ausleuchtung von Fahrplanaushängen, Informationstafeln oder Klingelschildern. Ein relativ hoher Anteil insbesondere der sehbehinderten Menschen mit geringerer Einschränkung der Sehkraft gab an, sich auch ohne Hilfsmittel orientieren zu können. Etwa 13 % der blinden Menschen nutzen einen Blindenführhund und 11 % dieser Gruppe GPS-Ortungs- oder Navigationsgeräte. Andere elektronische Hilfsmittel und Hindernismelder haben dagegen kaum Bedeutung (Tabelle 19).

Langstocknutzer verwenden bevorzugt mittelgroße Stockspitzen mit Rollspitzen (Kugel- bzw. Kegelform) mit 3 cm bis 5 cm Durchmesser (54 %). Tendenziell werden aufgrund der besseren akustischen Rückmeldung häufiger Stockspitzen aus härterem Material verwendet (Tabelle 20).

In Tabelle 21 erkennt man, dass kleine Stockspitzen unter 3 cm Durchmesser am ehesten noch von älteren Menschen eingesetzt werden, währenddessen jüngere Menschen im Altersgruppenvergleich signifikant mehr mittelgroße Stockspitzen verwenden.

5.4.5 Bedeutung von Orientierungshilfen im Straßenraum

Zahlreiche Elemente und Ausstattungen im Straßenraum dienen dem Zweck, die Orientierung zu verbessern und damit die eigenständige Mobilität zu fördern. Die Bedeutung einzelner Elemente variiert nach Alter und Grad der Einschränkung des Sehsinns. Ein besonderer Fokus lag auf der Einschätzung von Bordkanten und Bodenindikatoren.

Hilfsmittel	blind	hochgradig sehbehindert	sehbehindert	hochgerechter Anteil für alle Arten der Seheinschränkung
Langstock	86 %	57 %	24 %	42 %
Sehhilfen (Lupe, Monokular/Kantenfilter u. a.)	8 %	38 %	43 %	34 %
Blindenführhund	13 %	1 %	0 %	3 %
Kompass	2 %	0 %	0 %	0 %
Taschenlampe	3 %	15 %	25 %	19 %
Hindernismelder/ Ultraschallradar	1 %	0 %	0 %	0 %
Ultra-Body-Guard	1 %	0 %	0 %	0 %
GPS-Ortungsgerät oder Navigationsgerät	11 %	3 %	1 %	4 %
Laser-Entfernungsmesser	0 %	0 %	0 %	0 %
Laser-Langstock	1 %	1 %	0 %	0 %
tastbare Übersichtspläne	4 %	1 %	0 %	1 %
Rollator	3 %	10 %	7 %	7 %
Rollstuhl	1 %	2 %	0 %	1 %
keine Hilfsmittel	8 %	18 %	30 %	23 %

Tab. 19: Welche Hilfsmittel nutzen Sie regelmäßig auf Ihren Wegen? (N = 1.384)

Langstock Größe	Langstock Akustik (Lautstärke)	Anteile	
groß (> 5 cm)	kann ich nicht einschätzen	4 %	18 %
	relativ laut (harte Spitze)	9 %	
	relativ leise (weichere Spitze)	5 %	
mittel (3 cm bis 5 cm)	kann ich nicht einschätzen	17 %	54 %
	relativ laut (harte Spitze)	23 %	
	relativ leise (weichere Spitze)	15 %	
klein (< 3 cm)	kann ich nicht einschätzen	7 %	28 %
	relativ laut (harte Spitze)	14 %	
	relativ leise (weichere Spitze)	7 %	

Tab. 20: Falls Sie einen Langstock verwenden, welche Eigenschaften hat die Stockspitze? (N = 928)

Altersgruppe	groß (> 5 cm)	mittel (3 cm bis 5 cm)	klein (< 3 cm)
15-24	24 %	60 %	16 %
25-44	15 %	62 %	23 %
45-64	20 %	53 %	28 %
65 und älter	18 %	53 %	29 %

Tab. 21: Größe der Stockspitze nach Altersgruppen (N = 928)

Grundsätzliche Bedeutung von Orientierungshilfen

Befragt nach der Bedeutung von vorgegebenen Orientierungshilfen im Straßenraum sollten die Befragungsteilnehmer eine Bewertung entsprechend dem Schulnotensystem vornehmen. In Tabelle 22 sind jeweils die Durchschnittsnote und der Anteil der Personen angegeben, welche die jeweilige Orientierungshilfe nicht kannten bzw. für die diese keine Bedeutung hatte.

In Abhängigkeit der Schwere der Sehbehinderung ergibt sich ein differenziertes Bild. So gaben blinde und hochgradig sehbehinderte Menschen an, dass akustische Signale an Lichtsignalanlagen vor „Ge-

räuschen der Verkehrsströme“, Bordkanten, dem Richtungspfeil auf dem Taster, sonstigen Kanten und Bodenindikatoren für sie die höchste Bedeutung hätten.

Für Menschen mit geringer ausgeprägter Sehbehinderung waren dagegen Kontraste wichtiger als Bordkanten, sonstige Kanten oder Geräusche der Verkehrsströme.

Kontraste können die meisten blinden Menschen (laut gesetzlicher Definition verfügen diese über max. 2 % Sehrest) dagegen nicht oder nur wenig erkennen. Auch der Begrenzungsstreifen zwischen Geh- und Radweg und der Richtungspfeil waren verhältnismäßig vielen blinden und hochgradig seh-

Durchschnittliche Bedeutung (Schulnotenbewertung) und Anteil „kenne ich nicht“ oder „keine Bedeutung“	blind	hochgradig sehbehindert	sehbehindert
(a) Geräusche der Verkehrsströme	1,5	1,7	2,1
	6 %	5 %	10 %
(b) Schallveränderungen durch Reflexionen (z. B. an Einfahrten und Überdachungen)	2,1	2,9	3,4
	17 %	35 %	47 %
(c) Lokalisierung über andere ortstypische Geräusche, Düfte oder Ereignisse)	2,2	2,9	3,1
	13 %	27 %	39 %
(d) Farb- und Helligkeitskontraste in oder neben der Gehwegoberfläche (z. B. Kontrast zwischen Gehweg und Straße, Gehweg und Radweg oder Kontraste von Einbauten)	3,4	2,0	1,9
	71 %	16 %	15 %
(e) Farb- und Helligkeitskontraste in der Umgebung (Firmenschilder, Werbetafeln u. a.)	3,8	2,5	2,2
	77 %	26 %	14 %
(f) Bordkanten	1,5	1,8	2,0
	7 %	8 %	13 %
(g) Kanten (wie Hauskanten, Gebäude, Zäune, Kanten zu Grünflächen u. a.)	1,7	2,0	2,2
	6 %	9 %	18 %
(h) tastbarer Belagwechsel im Gehweg	1,8	2,2	3,0
	10 %	18 %	33 %
(i) tastbarer Pflasterstreifen zwischen Radweg und höhengleichem Gehweg	1,8	2,1	2,7
	24 %	29 %	35 %
(j) bekannte tastbare Einbauten im Gehbereich, wie Lampen, Schilder, Pfosten, Fahrradständer u. a.	2,1	2,3	3,0
	18 %	22 %	33 %
(k) spezielle Platten mit Noppen oder Rillen/Rippen (Bodenindikatoren)	1,7	1,9	2,9
	16 %	23 %	37 %
(l) Steigungen und Gefälle	1,9	2,3	2,7
	6 %	17 %	25 %
(m) akustische Signale und Vibrationsflächen an LSA	1,3	1,5	2,3
	8 %	11 %	21 %
(n) tastbarer Pfeil beim LSA-Tasterdrückern	1,6	1,9	2,7
	20 %	28 %	37 %

Tab. 22: Welche Rolle spielen die folgenden Orientierungshilfen für Sie, wenn Sie zu Fuß unterwegs sind? (N = 1.384)

behinderten Menschen unbekannt. Nachvollziehbar ist, dass mit geringer Ausprägung der Einschränkung des Sehsinns akustische und taktile Information an Bedeutung verlieren.

Bewältigung von Straßenüberquerungen

Die Auswertung zu den Fähigkeiten bei der Bewältigung von Straßenüberquerungen bei unterschiedlichen Randbedingungen zeigt, dass akustische Signalgeber an Lichtsignalanlagen blinden und sehbehinderten Menschen das Überqueren erleichtern (Tabelle 23). Blinde und sehbehinderte Menschen gaben an, besonders große Probleme mit der Überquerung an Fußgängerüberweg oder Lichtsignalanlage sowie mit Überquerungsstellen ohne eine taktile und visuell erkennbare Bordkante zu haben. Genauso wichtig wie das Vorhandensein einer Tastkante ist die Bordabsenkung als solche, um die Lage der Überquerungsstelle aufzufinden, zumindest wenn keine Bodenindikatoren vorhanden sind. Das Erkennen der Überquerungsrichtung mit Hilfe von Bodenindikatoren wurde vor allem von den hochgradig sehbehinderten und sehbehinderten Menschen etwas besser eingeschätzt als das Aus-

richten an der Bordkante. Das Mobilitätstraining verbessert die Fähigkeit, Straßenüberquerungen aufzufinden und sicher zu nutzen, signifikant.

Auf die Darstellung der Auswertung nach Altersgruppen wurde verzichtet. Erkennbar ist bei allen Teilfragen, dass jüngere Personen besser mit allen abgefragten Situationen zurechtkamen als ältere Menschen.

Bedeutung der Bordkante beim Überqueren einer Straße

Das Stolpern über Bordkanten kam etwa bei der Hälfte aller Befragten ab und an bzw. öfter vor. Bei blinden Menschen kommt dies allerdings weniger häufig vor als bei Personen mit geringerem Grad der Sehbehinderung (Tabelle 24).

Auffällig seltener als die übrigen Gruppen gaben blinde Menschen an, einen stark abgesenkten (unter einer Höhe von 3 cm eingebauten) Bordstein überlaufen und ungewollt auf der Fahrbahn gestanden zu haben (Tabelle 25). Insgesamt kam das Überlaufen bei einem Drittel der blinden Menschen und der Hälfte der (hochgradig) sehbehinderten Menschen ab und an bzw. öfter vor.

Bewertung nach Schulnoten: 1 sehr gut ... 5 sehr schlecht (jeweils Angabe der Durchschnittsnote)	Seheinschränkung			O&M- Training		insgesamt (entzerrt nach Art der Seh- behinderung)
	blind	hochgradig sehbehindert	seh- behindert	ja	nein	
(a) Überquerung einer Straße mit LSA (mit Akustik)	1,5	1,6	1,6	1,4	1,7	1,6
(b) Überquerung einer LSA (ohne Akustik)	3,9	4,0	3,0	3,8	3,8	3,3
(c) Überquerung einer Straße mit Fußgängerüberweg	3,3	2,9	2,6	3,1	2,9	2,8
(d) Überquerung einer Straße ohne LSA oder Fußgängerüberweg	4,0	4,5	4,1	4,1	4,3	4,1
(e) Auffinden einer Überquerungsstelle ohne Bordabsenkung	3,7	3,9	3,4	3,7	3,7	3,6
(f) Auffinden einer Überquerungsstelle mit abgesenktem Bord (ca. 3 cm)	2,4	2,8	2,8	2,4	2,9	2,7
(g) Auffinden einer Überquerungsstelle ohne tastbare Bordkante aber mit hohem Kontrast (z. B. sehr heller Bordstein)	4,2	2,8	2,5	3,7	3,0	2,9
(h) Auffinden einer Überquerungsstelle ohne tastbare Bordkante und ohne Kontrast	4,7	4,5	3,9	4,6	4,3	4,2
(i) Auffinden/Erkennen einer Überquerungsstelle mit Bodenindika- toren (Rippen/Rillen oder Noppenplatten) (Auffindestreifen)	2,1	2,1	2,2	2,0	2,4	2,1
(j) Erkennen der Überquerungsrichtung mit Hilfe von Rippen-/ Rillenplatten	2,3	2,4	2,3	2,1	2,7	2,3
(k) Erkennen der Überquerungsrichtung mit Hilfe einer geraden Bordkante	2,4	3,0	2,7	2,4	2,9	2,7

Tab. 23: Wie gut kommen Sie im Allgemeinen bei der selbstständigen Bewegung zu Fuß in folgenden Situationen zurecht?
(N = 1.384)

Altersgruppe	nie	selten	ab und an	öfter
15-24	24 %	54 %	12 %	9 %
25-44	23 %	43 %	23 %	9 %
45-64	19 %	38 %	27 %	10 %
65 und älter	17 %	31 %	29 %	15 %
Art der Seheinschränkung				
blind	23 %	37 %	23 %	9 %
hochgradig sehbehindert	13 %	29 %	32 %	19 %
sehbehindert	13 %	33 %	33 %	19 %
Mobilitätstraining absolviert				
ja	22 %	36 %	29 %	9 %
nein	13 %	30 %	26 %	19 %

Tab. 24: Sind Sie bei der Überquerung von Straßen schon einmal über die Bordsteinkante gestolpert? (Differenz zu 100 %: keine Angaben) (N = 1.384)

Altersgruppe	nie	selten	ab und an	öfter
15-24	24 %	54 %	12 %	9 %
25-44	23 %	43 %	23 %	9 %
45-64	19 %	38 %	27 %	10 %
65 und älter	17 %	31 %	29 %	15 %
Art der Seheinschränkung				
blind	23 %	37 %	23 %	9 %
hochgradig sehbehindert	13 %	29 %	32 %	19 %
sehbehindert	13 %	33 %	33 %	19 %
Mobilitätstraining absolviert				
ja	22 %	36 %	29 %	9 %
nein	13 %	30 %	26 %	19 %

Tab. 25: Ist es Ihnen schon einmal passiert, dass Sie eine stark abgesenkte Bordsteinkante überlaufen haben und ungewollt auf der Fahrbahn standen? (Differenz zu 100 %: keine Angaben) (N = 1.384)

Bedeutung von Bodenindikatoren

Die Mehrzahl der blinden und hochgradig sehbehinderten Menschen (71 % bzw. 66 %) gab an, Bodenindikatoren zuverlässig erfassen zu können, wenn für sie Kontrast und Taktilität ausreichend erkennbar wären (Tabelle 26). Bezogen auf die Altersgruppen war der Anteil über 65-Jähriger, die angaben, Bodenindikatoren erkennen zu können, deutlich geringer. Die Auswertung der Fragestel-

Altersgruppe	nein, ich kann die Bodenindikatoren nicht zuverlässig erfassen	ich achte nicht auf Bodenindikatoren	ich kenne keine Stelle mit Bodenindikatoren	ja, meistens	ja, aber nur, wenn die Noppen bzw. Rippen relativ groß sind	ja, aber nur, wenn diese kontrastreich sind
15-24	3 %	4 %	8 %	41 %	28 %	11 %
25-44	7 %	6 %	5 %	35 %	37 %	9 %
45-64	7 %	4 %	9 %	25 %	39 %	14 %
65 und älter	9 %	5 %	20 %	15 %	27 %	14 %
Art der Seheinschränkung						
blind	10 %	2 %	14 %	21 %	40 %	6 %
hochgradig sehbehindert	7 %	5 %	19 %	18 %	21 %	22 %
sehbehindert	6 %	14 %	19 %	15 %	11 %	25 %
Mobi-Training absolviert						
ja	8 %	2 %	10 %	22 %	39 %	14 %
nein	9 %	8 %	26 %	14 %	16 %	13 %

Tab. 26: Können Sie diese Bodenindikatoren ausreichend schnell erfassen? (Differenz zu 100 %: keine Angabe) (N = 1.384)

lung in Abhängigkeit von einem bereits absolvierten Mobilitätstraining deutet darauf hin, dass dies die Fähigkeit, Bodenindikatoren zu erkennen, deutlich verbessern kann.

Rund 60 % aller befragten blinden und hochgradig sehbehinderten Menschen, die Stellen mit Bodenindikatoren kennen, gaben an, diese als sehr nützlich zu empfinden. Weitere 22 % bzw. 23 % empfanden dies als teilweise nützlich. Auch bei den sehbehinderten Menschen empfanden noch 41 % Bodenindikatoren als sehr nützlich. Die Zahlen in Tabelle 27 machen wiederholt deutlich, dass ein Mobilitätstraining einen erheblichen Einfluss auf den sicheren Umgang mit Bodenindikatoren haben kann.

Etwa 30 % der blinden und hochgradig sehbehinderten Menschen, die Stellen mit Bodenindikatoren kannten, kannten die Systematik der Anordnung nicht bzw. nicht richtig (Tabelle 28). Diejenigen, die ein Mobilitätstraining absolviert hatten, waren deutlich geschulter im Umgang mit der Systematik. Die-

Altersgruppe	sehr nützlich	teilweise nützlich	ein wenig nützlich	nicht nützlich
15-24	45 %	36 %	8 %	8 %
25-44	52 %	33 %	10 %	4 %
45-64	60 %	26 %	8 %	3 %
65 und älter	60 %	22 %	8 %	8 %
Art der Seheinschränkung				
blind	61 %	23 %	9 %	5 %
hochgradig sehbehindert	61 %	22 %	6 %	6 %
sehbehindert	41 %	33 %	9 %	16 %
Mobilitätstraining absolviert				
ja	65 %	22 %	8 %	4 %
nein	45 %	28 %	8 %	13 %

Tab. 27: Wie nützlich sind die Bodenindikatoren für Sie? (Differenz zu 100 %: keine Angabe)¹⁰ (N = 1.050)

Altersgruppe	ich kenne die Systematik nicht bzw. nicht richtig	ja	nein	teilweise
15-24	35 %	30 %	5 %	29 %
25-44	30 %	30 %	8 %	32 %
45-64	22 %	39 %	8 %	29 %
65 und älter	30 %	36 %	10 %	22 %
Art der Seheinschränkung				
blind	23 %	44 %	9 %	23 %
hochgradig sehbehindert	35 %	26 %	8 %	30 %
sehbehindert	39 %	22 %	14 %	19 %
Mobilitätstraining absolviert				
ja	23 %	43 %	7 %	27 %
nein	41 %	21 %	13 %	21 %

Tab. 28: Hilft Ihnen die differenzierte Anwendung von Bodenindikatorstrukturen bei der Orientierung? (Differenz zu 100 %: keine Angabe)¹⁰ (Frage 18, Anhang C) (N = 1.050)

jenigen blinden Menschen, die angaben, die Systematik zu kennen, nannten Bodenindikatoren überwiegend hilfreich oder zumindest teilweise hilfreich.

Die Unterscheidung der Struktur der Bodenindikatoren (Rippe oder Noppe) war für die Nutzer deutlich weniger zuverlässig möglich als das grundsätzliche Erkennen von Bodenindikatoren. Zumindest traf diese Aussage auf die Bodenindikatoren zu,

Altersgruppe	ja, sofort mit dem Langstock	ja, mit den Füßen	ja, aber erst nach ausführlichem Tasten	nein
15-24	40 %	26 %	19 %	9 %
25-44	34 %	24 %	25 %	14 %
45-64	34 %	20 %	28 %	13 %
65 und älter	39 %	19 %	22 %	14 %
Art der Seheinschränkung				
blind	45 %	14 %	27 %	12 %
hochgradig sehbehindert	29 %	28 %	21 %	14 %
sehbehindert	21 %	26 %	15 %	21 %
Mobilitätstraining absolviert				
ja	46 %	14 %	26 %	10 %
nein	17 %	33 %	19 %	21 %

Tab. 29: Können Sie bei Ihren täglichen Wegen erfassen, ob es sich um Rillen/Rippen oder Noppen handelt? (Differenz zu 100 %: keine Angabe)¹⁰ (N = 1.050)

welche die Befragungsteilnehmer bei ihren täglichen Wegen vorfanden. Insbesondere mit zunehmendem Grad der Sehbehinderung steigt der Anteil der Personen, die Rippen von Noppen erst nach ausführlichem Tasten oder gar nicht unterscheiden können.

Das Mobilitätstraining hilft beim schnellen Erkennen der Strukturen mit dem Langstock. Dennoch konnten auch nach absolviertem Mobilitätstraining 10 % der Befragten keine Strukturen unterscheiden und immer noch 26 % gaben an, diese erst nach ausführlichem Tasten erkennen zu können (Tabelle 29).

Die Mehrzahl der Befragten gab an, die Richtung der Rippen bei Rippenplatten gut erkennen zu können (Tabelle 30); zumindest wenn die Rippen hinreichend groß wären und einen breiteren Abstand hätten. Allerdings konnten auch mehr als ein Drittel derjenigen Befragten, die Stellen mit Rippen/Rillen kennen, die Rippen-/Rillenrichtung nur schwer erkennen.¹¹

¹⁰ Nur Personen die angaben, Bodenindikatoren zu kennen.

¹¹ Auswertung bezogen auf Personen, die Stellen mit Rippen/Rillen kennen: blinde Menschen: 20 % häufig schwer erkennbar, 13 % kann keine Richtung erkennen; hochgradig sehbehinderte Menschen: 27 % bzw. 9 %; sehbehinderte Menschen: 16 % bzw. 21 %.

Altersgruppe	gut erkennbar an (nahezu) allen Stellen	gut erkennbar bei größeren Rippen mit breiterem Abstand	häufig schwer erkennbar	kann keine Richtung erkennen	kenne keine Stelle mit Rillen/Rippen)
15-24	29 %	27 %	12 %	9 %	18 %
25-44	22 %	34 %	21 %	7 %	13 %
45-64	14 %	37 %	23 %	8 %	11 %
65 und älter	18 %	31 %	14 %	10 %	17 %
Art der Seh-einschränkung					
blind	18 %	38 %	17 %	11 %	13 %
hochgradig sehbehindert	17 %	29 %	20 %	7 %	14 %
sehbehindert	18 %	15 %	8 %	11 %	31 %
Mobi-Training absolviert					
ja	22 %	36 %	17 %	8 %	13 %
nein	10 %	25 %	17 %	12 %	19 %

Tab. 30: Wie gut können Sie die Richtung der Rillen/Rippen bei den in Ihrer Stadt/Ihrem Ort verwendeten Bodenindikatoren erkennen? (Differenz zu 100 %: keine Angabe)¹² (N = 1.050)

Gefragt nach der Erkennbarkeit der Noppen, gaben rund 70 % bis 80 % der Befragten an, die Stellen mit Noppen kennen, diese zumindest bei größeren Noppen zuverlässig erkennen zu können (Tabelle 31). Sehbehinderte Menschen mit geringerer Einschränkung erkannten diese am zuverlässigsten (79 %). Bei blinden Menschen gaben dies noch 70 % an, bei hochgradig sehbehinderten Menschen 66 %. Entsprechend konnten wiederum 21 %, 30 % bzw. 34 % der jeweiligen Gruppen Noppen nicht oder nur schwer erkennen.¹³

Auf die Frage, welche Bodenindikatorstruktur die am besten wahrnehmbare ist, tendierten blinde und hochgradig sehbehinderte Menschen eher zu Rippen als zu Noppen. Währenddessen gaben sehbehinderte Menschen mit geringerer Einschränkung an, eher Noppen verwenden zu würden (Tabelle 32). Je älter die Befragungsteilnehmer waren, desto mehr würden sie sich für eine Kombination

¹² Nur Personen die angaben, Bodenindikatoren zu kennen.

¹³ Die Anteilswerte beziehen sich nur auf Personen, die Stellen mit Noppen kennen. Daher ergeben sich anderen Anteilwerte als in Tabelle 31.

Altersgruppe	gut erkennbar an (nahezu) allen Stellen	gut erkennbar bei größeren Noppen	häufig schwer erkennbar	kann keine Noppen erkennen	kenne keine Stelle mit Noppen
15-24	35 %	26 %	8 %	4 %	22 %
25-44	28 %	29 %	16 %	4 %	19 %
45-64	20 %	33 %	17 %	3 %	21 %
65 und älter	15 %	28 %	14 %	7 %	29 %
Art der Seh-einschränkung					
blind	19 %	33 %	16 %	6 %	22 %
hochgradig sehbehindert	15 %	25 %	16 %	6 %	29 %
sehbehindert	16 %	23 %	6 %	4 %	37 %
Mobi-Training absolviert					
ja	20 %	32 %	16 %	5 %	24 %
nein	12 %	23 %	12 %	8 %	30 %

Tab. 31: Wie gut können Sie Noppen bei den in Ihrer Stadt/Ihrem Ort verwendeten Bodenindikatoren als solche erkennen? (Differenz zu 100 %: keine Angabe)¹² (N = 1.050)

Altersgruppe	Rippenplatte mit deutlich tastbaren Rippen	Noppenplatte mit deutlich tastbaren Noppen	eine Kombination aus beiden
15-24	34 %	31 %	23 %
25-44	29 %	32 %	32 %
45-64	27 %	25 %	38 %
65 und älter	30 %	16 %	34 %
Art der Seheinschränkung			
blind	31 %	21 %	35 %
hochgradig sehbehindert	31 %	18 %	35 %
sehbehindert	12 %	19 %	33 %
Mobi-Training absolviert			
ja	32 %	20 %	38 %
nein	23 %	21 %	26 %

Tab. 32: Welche Bodenindikator-Struktur ist Ihres Erachtens die am besten wahrnehmbare? (Differenz zu 100 %: keine Angabe)¹² (N = 1.050)

Altersgruppe	Ich kann diese Struktur erkennen, wenn ausreichend Farb- und Helligkeitskontrast vorhanden ist.	Ich kann diese Struktur zuverlässig erkennen, wenn der übrige Gehwegbelag sehr eben ist.	Ja, diese Struktur kann ich immer zuverlässig erkennen.	Nein, ich kann ein unbemerktes Überlaufen auch mit dieser Struktur nicht ausschließen.
15-24	8 %	27 %	49 %	11 %
25-44	12 %	42 %	33 %	10 %
45-64	14 %	40 %	27 %	12 %
65 und älter	20 %	41 %	17 %	13 %
Art der Seheinschränkung				
blind	4 %	50 %	22 %	18 %
hochgradig sehbehindert	34 %	35 %	19 %	6 %
sehbehindert	39 %	10 %	26 %	2 %
Mobilitätstraining absolviert				
ja	10 %	49 %	22 %	13 %
nein	33 %	22 %	19 %	11 %

Tab. 33: Können Sie für diese am besten wahrnehmbare Bodenindikatorstruktur ein unbemerktes Überlaufen ausschließen, wenn sie ausreichend breit (mindestens 60 cm) eingebaut wird? (Differenz zu 100 %: keine Angabe)¹⁴ (N = 1.050)

aus beiden Elementen entscheiden. Durch den überproportional hohen Anteil älterer Menschen in der Grundgesamtheit wird die Kombination von Rippen und Noppen insgesamt sogar am besten bewertet.

Diese jeweils am besten wahrnehmbare Oberflächenstruktur können nur 20 % bis 30 % der Befragten immer zuverlässig erkennen (Tabelle 33). Unter der Annahme eines ausreichenden visuellen und taktilen Kontrastes schätzten fast alle hochgradig sehbehinderten und alle sehbehinderten Menschen ein, die Bodenindikatoren zuverlässig wahrnehmen zu können. In der Gruppe der blinden Personen konnten allerdings knapp 20 % ein ungewolltes Überlaufen auch für die von ihnen als am besten wahrnehmbar benannte Bodenindikatorstruktur nicht sicher ausschließen.

Altersgruppe	Die Verhältnisse außerhalb meines Ortes spielen für mich keine Rolle.	Gar nicht, da ich mich nicht/nur selten an Bodenindikatoren orientiere.	Ich komme damit nicht oder nur schwer zurecht.	Es ist ärgerlich, aber ich komme einigermaßen damit zurecht.	Kaum, ich kann mich gut auf andere Systeme einstellen.
15-24	9 %	11 %	9 %	28 %	39 %
25-44	4 %	17 %	10 %	42 %	23 %
45-64	5 %	15 %	16 %	46 %	15 %
65 und älter	10 %	19 %	18 %	35 %	11 %
Art der Seheinschränkung					
blind	7 %	14 %	19 %	42 %	14 %
hochgradig sehbehindert	12 %	18 %	13 %	38 %	13 %
sehbehindert	4 %	35 %	14 %	16 %	14 %
Mobilitätstraining absolviert					
ja	7 %	13 %	19 %	43 %	15 %
nein	12 %	28 %	11 %	28 %	11 %

Tab. 34: Auswirkungen der deutschlandweit unterschiedlichen Systematik auf die selbstständige Mobilität (Differenz zu 100 %: keine Angabe)¹⁴ (N = 1.050)

Die Beantwortung der Fragestellung zur Auswirkung der Verschiedenheit der Systematik der Bodenindikatoren auf die selbstständige Mobilität gab auch Aufschluss über den Anteil der blinden und sehbehinderten Menschen, die sich nicht oder nur selten an Bodenindikatoren orientieren. Dies traf für immerhin 35 % der sehbehinderten, 18 % der hochgradig sehbehinderten und 14 % der blinden Menschen zu (Tabelle 34). Die Auswertung zeigt auch, dass Personen nach Absolvieren eines Mobilitätstrainings mehr auf Bodenindikatoren achten.

Ein Fünftel aller blinden Menschen und 13 % bzw. 14 % der sehbehinderten Menschen gaben an, mit den unterschiedlichen Systemen nicht oder nur schwer zurechtzukommen. Die Mehrzahl nannte die Systemunterschiede „ärgerlich“, gab aber an, damit „einigermaßen zurechtzukommen“ (Tabelle 34).

¹⁴ Nur Personen die angaben, Bodenindikatoren zu kennen.

5.4.6 Individuelle Erfahrungen mit konkreten Überquerungsstellen

Hilfen bei der Überquerung von Straßen

Im letzten Frageblock sollten die Befragungsteilnehmer zunächst bis zu drei konkrete Überquerungsstellen benennen, an denen sie Hauptverkehrsstraßen besonders gut selbstständig zu Fuß überqueren können. Dabei sollte jeweils zugeordnet werden, ob es sich um eine signaltechnisch gesicherte Überquerungsstelle, einen Fußgängerüberweg oder eine ungesicherte Überquerungsstelle handelt. Insgesamt wurden 2.193 Überquerungsstellen benannt, davon 1.501 signaltechnisch gesichert (68 %), 330 Fußgängerüberwege (15 %) und 362 ungesicherte Überquerungsstellen (17 %).

Die von den Befragungsteilnehmern als gut zu überquerende Hauptverkehrsstraße benannten Beispiele zeichnen sich vor allem durch LSA mit akustischen

oder taktilen Zusatzeinrichtungen sowie durch gut tastbare Borde aus. Auch Mittelinseln werden bei relativ vielen Überquerungsstellen als besonders positive Eigenschaft benannt. Es überrascht, dass demgegenüber Bodenindikatoren in ihrer Bedeutung abfallen. Nicht nachweisbar ist, ob dies in der regional teilweise seltenen Anwendung von Bodenindikatoren begründet ist oder ob die anderen Eigenschaften tatsächlich so viel deutlicher als positive Eigenschaften auffallen (Bild 54).

Allerdings wird das Fehlen von Bodenindikatoren mit am häufigsten für konkrete Überquerungsstellen kritisiert (Bild 55).

Unter sonstigen Eigenschaften, die die Überquerung erleichtern, wurden mehrfach Verkehrsgeräusche, ausreichend laute Akustik an Lichtsignalanlagen, helfende Fußgänger sowie Lichtsignalmasten und Bordabsenkungen, die bei der Orientierung helfen, benannt (Tabelle 35).

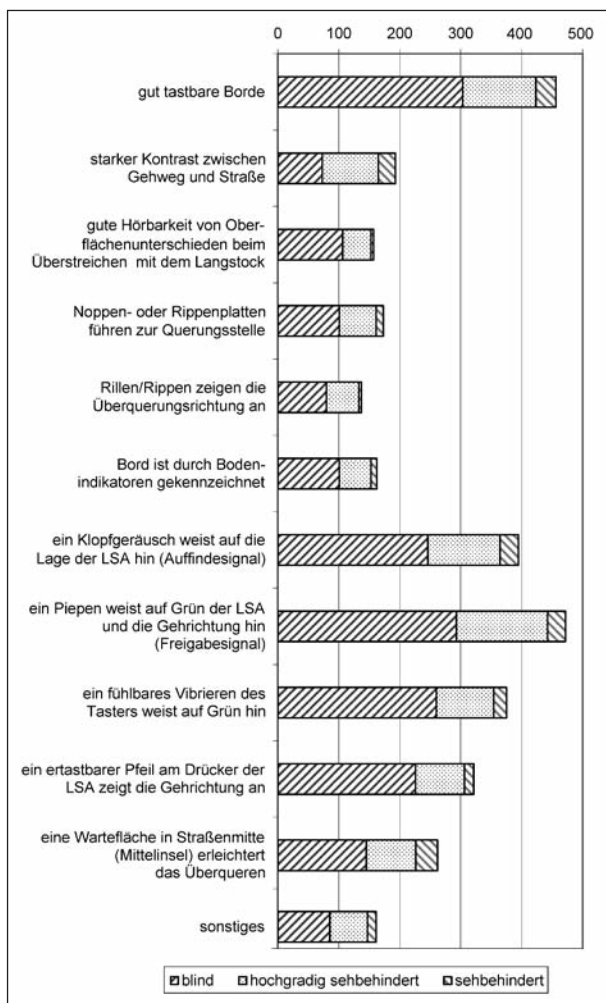


Bild 54: Welche Eigenschaften erleichtern Ihnen an diesen Stellen die Orientierung besonders? (Gefragt war nach Stellen, die von den Befragten als geeignet für die selbstständige Überquerung benannt wurden)

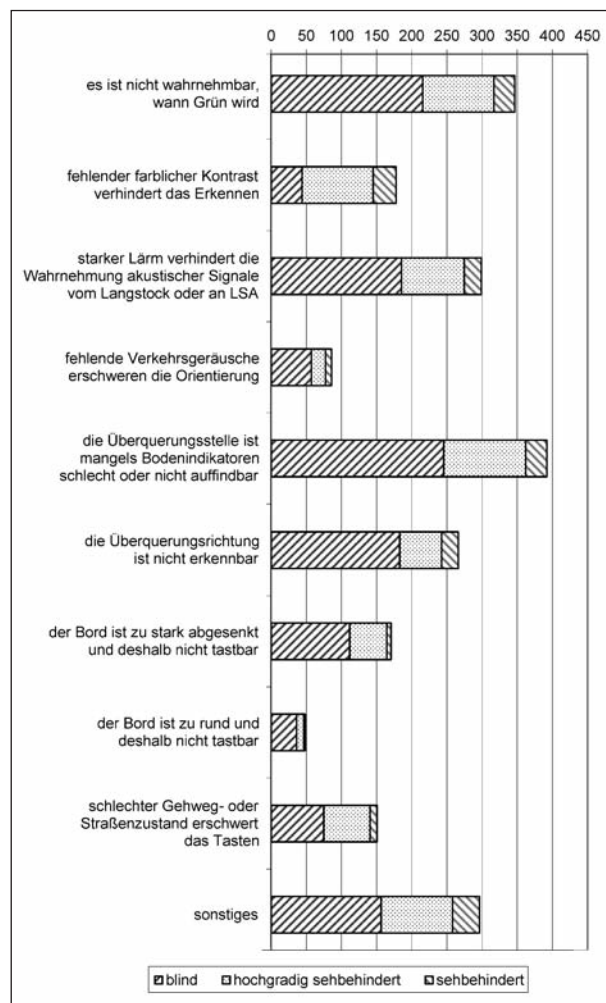


Bild 55: Welche Eigenschaften erschweren Ihnen an diesen Stellen die Orientierung besonders? (Gefragt war nach Stellen, die von den Befragten als geeignet für die selbstständige Überquerung benannt wurden)

Eigenschaft	Nennungen (entzerrter Datensatz)
Verkehrsgerausche erleichtern Orientierung	38
Akustik an Lichtsignalanlagen laut genug	25
Fußgänger helfen bei der Überquerung oder Orientierung	21
Lichtsignalmasten helfen bei der Orientierung	14
Bordkante oder abgesenkter Bord helfen bei der Orientierung	11
kontrastreiche Markierung des Zebrastreifens oder der Furt erleichtert Orientierung	8
schmale Überquerungsstellen vereinfachen die Querung	8
Überquerung durch Hundehilfe	5
sonstige hilfreiche Umgebungsgeräusche	4
Leitlinien oder veränderter Bodenbelag erleichtern die Orientierung	3
Wege wurden einstudiert oder Strecke ist gut bekannt	3
geringes Verkehrsaufkommen vereinfacht Überquerung	2
Signalgeber optisch gut erkennbar (LED)	2
Verkehrsablauf logisch	2
trotz fehlender Hilfen, ist eine Überquerung möglich	3

Tab. 35: Sonstige positive Eigenschaften der benannten Überquerungsstellen

5.4.7 Hindernisse bei der Überquerung von Straßen

Befragt nach konkreten Überquerungsstellen, die besondere Probleme bereiten, wurden insgesamt 1.642 Stellen benannt. Davon waren 817 Überquerungsstellen mit Lichtsignalanlage (50 %), 665 ungesicherte Überquerungsstellen (40 %) und 160 Fußgängerüberwege (10 %).

Am häufigsten wurde bemängelt, dass die Überquerungsstelle mangels Bodenindikatoren (bzw. auch mangels Kontrasts für sehbehinderte Menschen) nicht auffindbar ist. Für lichtsignalgeregelte Stellen wurde bemängelt, dass nicht wahrnehmbar ist, wann Grün wird. Vor allem blinde Menschen gaben an, häufig starke Probleme zu haben, die Überquerungsrichtung zu erkennen. Zu stark abgesenkte oder zu runde Borde wurden ebenfalls vor allem von blinden Menschen häufig benannt. Mit zunehmender Sehfähigkeit nahm diese Einschätzung an Bedeutung ab (Bild 55).

Die Befragungsteilnehmer benannten relativ oft zusätzlich sonstige, nicht vorgegebene negative Ei-

Eigenschaft	Nennungen (entzerrter Datensatz)
akustische Ausrüstung an LSA fehlt	37
zu hohe Kfz-Verkehrsstärke	30
zu starker Verkehrslärm macht genaues Hören schwer oder unmöglich	27
es gibt keine LSA für Fußgänger	27
fehlender FGÜ verunsichert bei Querung	25
Verkehrsablauf/Regelung für Sehbehinderte unübersichtlich oder nicht zuordenbar	24
Querung der Schienen ohne zusätzliche Warnung/LSA	20
Überquerungsstellen oder Überquerungshilfen fehlen gänzlich	15
Probleme bei der Erkennbarkeit der LSA oder Überquerungsstelle	14
gefühlte Gefährdung durch zu schnellen Kfz-Verkehr, unangepasstes Fahrverhalten durch Kfz-Fahrer	12
parkende Pkw blockieren Überquerungsstelle	11
separate Abbiegestreifen oder starke Abbiegeströme erschweren die Überquerung	10
Überquerungsstellen sind für Sehbehinderte Menschen zu breit	10
schräg verlaufende Überquerung erschwert die Orientierung	9
LSA-Steuerung ungünstig, i. d. R. versetzt bei Überquerung mit Mittelinsel	9
Borde der Mittelinsel zu stark abgesenkt	7
akustische Signale werden zeitweise ausgeschaltet	5
LSA sind nicht mit Vibrationstaster ausgestattet	2
Lautstärke der Signaltöne nicht ausreichend	2

Tab. 36: Sonstige negative Eigenschaften der benannten Überquerungsstellen

genschaften. Diese sind in Tabelle 36 zusammengefasst.

5.5 Fazit der Befragung

Unabhängig vom Grad der Seheinschränkung steht für signaltechnisch gesicherte Überquerungsstellen die durchgängige Ausstattung der Lichtsignalanlagen mit akustischen und taktilen Hilfen an oberster Stelle der Orientierungshilfen im Straßenraum, die eine selbstständige Mobilität erleichtern würden (Tabelle 37). In der Rangfolge der Benotung folgen, mit relativ geringem Einfluss der Art der Seheinschränkung,

Bewertung nach Schulnoten: 1 ist mir sehr wichtig ... 5 brauche ich nicht (jeweils Angabe der Durchschnittsnote)	Seheinschränkung			insgesamt (entzerrt nach Art der Seh- behinderung)
	blind	hochgradig sehbehindert	seh- behindert	
(a) Weiterentwicklung von elektronischen Hilfsmitteln zur Orientierung (z. B. Ortungs- und Navigationssysteme mit Sprachausgabe für Fußgänger)	2,0	2,2	2,4	2,3
(b) Weiterentwicklung von Hilfsmitteln zur Warnung vor Hindernissen	2,2	2,0	2,1	2,1
(c) einheitliche und sinnvolle Anwendung von deutlich erkennbaren Bodenindikatoren an Kreuzungen und Straßenüberquerungen	1,4	1,4	1,8	1,7
(d) einheitliche und sinnvolle Anwendung von deutlich erkennbaren Bodenindikatoren an Haltestellen und Bahnhöfen	1,3	1,4	1,6	1,5
(e) umfassende Kennzeichnung von Höhenunterschieden und Stufen durch deutlich erkennbare Bodenindikatoren	1,7	1,4	1,5	1,5
(f) keine Nullabsenkungen an Überquerungsstellen (alle Borde 3 cm hoch)	1,8	2,2	2,5	2,3
(g) überhaupt keine Bordabsenkungen an Überquerungsstellen (alle Borde deutlich mehr als 3 cm hoch)	3,2	3,2	3,4	3,3
(h) konsequente kontrastreiche Markierung von Hindernissen	3,0	1,6	1,4	1,8
(i) kontrastreiche Markierung von Bordkanten vor allem an Überquerungsstellen	2,9	1,5	1,4	1,7
(j) konsequente Verwendung von LSA mit Akustik (Auffinde- und Freigabesignal)	1,2	1,3	1,4	1,3

Tab. 37: Was müsste verändert werden, damit Sie sich freier und selbständiger allein zu Fuß bewegen können? (N = 1.384)

- Bodenindikatoren an Haltestellen und Bahnhöfen,
- Bodenindikatoren vor Höhenunterschieden und Stufen sowie
- Bodenindikatoren an Überquerungsstellen.

Für Personen mit einem Sehrest hat die kontrastreiche Markierung von Hindernissen und Bordkanten eine noch größere Bedeutung. Anschließend wurden der Verzicht auf Nullabsenkungen und die Weiterentwicklung von elektronischen Hilfsmitteln als weitere Dinge benannt, um sich freier und selbständiger zu Fuß im Verkehrsraum bewegen zu können. Generell auf Bordabsenkungen zu verzichten, wünschen sich im Verhältnis deutlich weniger sehbehinderte Menschen.

Auffällig war, dass sich, je nach Fragestellung, mit 15 % bis 25 % der über 65-Jährigen ein verhältnismäßig hoher Anteil dieser Altersgruppe gar nicht geäußert hat.

Danach befragt, ob mehr Wege oder auch unbekannte Wege allein unternommen würden, wenn entsprechende Bedingungen geschaffen würden, antwortete eine deutliche Mehrheit der Befragten mit „Ja“. Diese Aussage traf umso stärker zu, je jünger die Befragten waren und je höher der Grad der Seheinschränkung war (Tabelle 38).

Bodenindikatoren sind für die Mehrzahl der Menschen mit Einschränkungen des Sehsinnes bei der

Altersgruppe	ja	eventuell	nein
15-24	69 %	27 %	2 %
25-44	71 %	24 %	4 %
45-64	70 %	19 %	5 %
65 und älter	49 %	29 %	14 %
Art der Seheinschränkung			
blind	60 %	24 %	9 %
hochgradig sehbehindert	50 %	26 %	14 %
sehbehindert	43 %	36 %	10 %
Mobilitätstraining absolviert			
ja	66 %	26 %	5 %
nein	39 %	28 %	20 %

Tab. 38: Würden Sie mehr Wege oder auch unbekannte Wege allein unternehmen, wenn entsprechende Bedingungen geschaffen würden? (Differenz zu 100 %: keine Angabe) (N = 1.384)

Orientierung und Mobilität im Verkehrsraum hilfreich und gut nutzbar (vorausgesetzt, sie sind erkennbar¹⁵). Das Absolvieren eines Mobilitätstrainings zeigte sich als eine gute und wichtige Vo-

¹⁵ Die genaue Struktur (z. B. Konformität nach DIN 32984:2011-10) wurde im Fragebogen nicht abgefragt.

oraussetzung für das sichere Erkennen und Interpretieren der Informationen, die durch Bodenindikatoren vermittelt werden sollen.

Heterogener zeigte sich das Bild bei der Fähigkeit, unterschiedliche Bodenindikatorstrukturen zu erkennen und zu interpretieren. So gaben beispielsweise 39 % der blinden Menschen, die Stellen mit Bodenindikatoren kennen, an, Rippen und Noppen erst nach ausführlichem Tasten oder gar nicht unterscheiden zu können.

Die Ergebnisse der Befragung zeigen darüber hinaus, dass knapp ein Fünftel der Befragten (insbesondere der blinden Menschen, 18 %) angab, Bodenindikatoren nicht zuverlässig erkennen zu können. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Bodenindikatoren im Mobilitätstraining bisher mangels Standardisierung praktisch keine Rolle spielen und ein großer Teil der blinden und stark sehbehinderten Menschen von der Einschränkung erst im höheren Alter betroffen ist.

6 Vorüberlegungen zu den objektiven und subjektiven Tests

6.1 Auswahl der Elemente und Hilfsmittel für die Tests

Die zahlreichen Betonsteinhersteller in Deutschland bieten eine Vielzahl unterschiedlicher Bordsteinformen und Bodenindikatoren an. Die Recherche der nationalen und internationalen Praxis zeigt ebenfalls eine große Vielfalt (vgl. Kapitel 3).

Um für die Versuche eine handhabbare Auswahl an Elementen zu erhalten, musste somit vor Beginn der Messungen und Erhebungen eine Vorauswahl über die zu prüfenden Elemente getroffen werden. Die Auswahl berücksichtigte dabei die gängige Praxis mit Schwerpunkt in Deutschland. International verwendete Elemente, welche von deutscher Praxis abweichen, wurden für die Bordsteinteststrecke teils aufgegriffen.

Die für die Testreihen ausgewählten Elemente entsprachen weitestgehend den Vorgaben der jeweiligen DIN-Normen und waren als Produkt frei von Rechten Dritter. Diese Festlegung diente dem Zweck, ggf. eine weitere Standardisierung unterstützen zu können (vgl. Kapitel 9.1).

6.1.1 Auswahl von Bordsteinformen

Bei den Bordsteinformen, die an Überquerungsstellen eingesetzt werden, ist eine große Vielfalt zu verzeichnen. Dies ist teils begründet durch lokal geprägte historische Entwicklungen und teils auch unterschiedliche Gewichtungen der Anforderungen der verschiedenen Nutzergruppen. Nicht zuletzt ist dies auch darauf zurückzuführen, dass gesicherte Erkenntnisse über geeignete Bordsteinformen für barrierefreie Überquerungsstellen fehlen.

Formen und Maße der vorzugsweise in Deutschland zur Anwendung kommenden Bordsteine aus Beton sind in der DIN 483 (Norm DIN 483:2004:04) festgelegt. Die Festlegungen erstrecken sich insbesondere auf Querschnittsform und Länge der Bordsteinelemente. Die Form des Übergangs zwischen Tritt- und Anlauffläche (Sichtfläche) kann als Fase, als Rundung oder (im Ausnahmefall) als scharfe Kante ausgebildet sein. Die Anlauffläche steht senkrecht zur Horizontalen oder ist – z. B. bei Hochbordsteinen – schräg geneigt.¹⁶

Für den Einbau an Überquerungsstellen werden, gemäß den Vorgaben in technischen Regelwerken und Empfehlungen Dritter (vgl. Kapitel 3.3.2), häufig abgerundete Bordsteine verwendet. Allerdings werden in den Regelwerken unterschiedliche Empfehlungen gegeben ($r = 1,0 \text{ mm}$ bis $1,5 \text{ mm}$). Die Kante von $r = 1,0 \text{ mm}$ wird zwar in den Regelwerken genannt, konnte auf Anfrage bei verschiedenen Herstellern allerdings nicht beschafft werden. In der Praxis liegt der Radius für Bordsteine an Überquerungsstellen i. d. R. zwischen 20 mm und 50 mm . Bei einer Absenkung mit einer Auftrittshöhe von 3 cm muss bei einem Bord mit $r = 50 \text{ mm}$ eine entstehende Fuge zwischen Bord und Rinnenstein verfüllt werden (s. Bild 56). Dennoch findet dieser Bordstein in den Städten nicht selten Verwendung an Überquerungsstellen. Mit einer möglichst großen Rundung wird u. a. das Ziel verfolgt, Rollstuhlnutzern oder Rollatornutzern das Überrollen zu erleichtern. Bei den Rundborden wurden drei verschiedene Radien in die Tests aufgenommen, um das Spektrum der im Einsatz befindlichen Bordsteine dieser Art abzudecken.

¹⁶ Schrägneigungen dienen bei hohen Bordsteinen (zulässige Auftrittshöhe im Straßenraum max. 20 cm) der Reifenführung von Kraftfahrzeugen am Fahrzeugrand und erleichtern diesen auch (vor allem bei flacherer Neigung) das absichtliche Auffahren auf den Bordstein, z. B. zu Parkzwecken, oder das Überqueren, z. B. an Grundstückseinfahrten.

Auch Bordsteine mit geneigter Anlauf­fläche werden international eingebaut (vgl. Kapitel 3.3.2) und finden auch national inzwischen häufiger Verwendung (Bild 57). In die Testreihen wurden daher zwei Varianten rampenähnlicher Bordsteine aufgenommen (Fase und Sinusbord).

Die für die objektiven und subjektiven Untersuchungen ausgewählten Bordsteinformen bzw. Systeme zeigt Tabelle 39.

Als weiteres Element auf der Bordstein-Teststrecke wurde eine Rampe mit einer Neigung von 10 %



Bild 56: Abgerundeter Bordstein ($R = 5\text{ cm}$) mit einer Auftritts­höhe von 3 cm (hier in der Teststrecke eingebaut)



Bild 57: Schräger Bordstein als Standardbauweise an einer Überquerungsstelle

Bordsteinform	Prinzip­skizze	Bordsteinform	Prinzip­skizze
B1 Bordstein mit Ausrundung $r = 1,5\text{ cm}$		B4 Bordstein mit Fase 3 cm/ 3 cm, d. h. Schräge­neigung 45 Grad	
B2 Bordstein mit Ausrundung $r = 2\text{ cm}$		B5 Bordstein mit Sinusform	
B3 Bordstein mit Ausrundung $r = 5\text{ cm}$		B6 Rampe	

Tab. 39: Für die Untersuchung ausgewählte Bordsteinformen

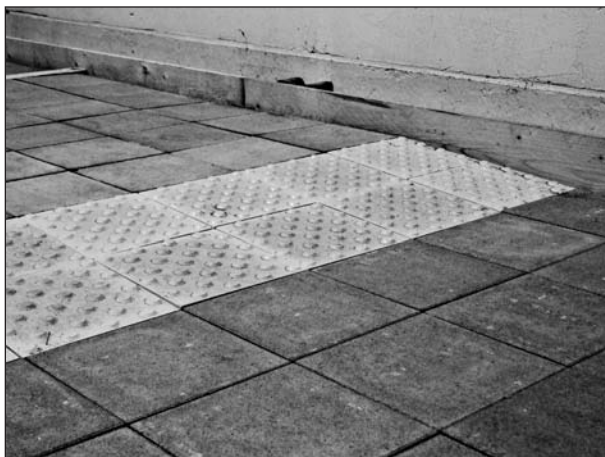


Bild 58: Auf der Teststrecke eingebaute Rampe (Element B6, Länge 60 cm, Höhendifferenz 6 cm, Neigung 10 %)

($l = 60 \text{ cm}$, $h = 6 \text{ cm}$) eingebaut (Element B6, Bild 58). Die geneigte Fläche wurde mit Platten mit Noppenstruktur (32 Noppen, Kegelstumpf, diagonale Anordnung) belegt. Die Plattenauswahl erfolgte zufällig. Der Einbau einer Rampe an Überquerungsstellen ist eine z. B. im Ausland angewandte Alternative (vgl. Kapitel 4). Dies ist in Deutschland allerdings noch keine erprobte bzw. abgestimmte Praxis. Die Untersuchungen an der Rampe dienten dem Zweck, auf Basis von bisherigen Erfahrungen im Ausland in einem ersten Ansatz eine potenzielle Alternative auf ihre grundsätzliche Eignung zu prüfen, ohne in diesem Schritt konstruktive Details festzulegen. Die Ausführung von Details einer derartigen Lösung (Länge der Rampe, Neigung der Rampe, Oberflächenstruktur, Art und Umfang einer Sicherung mit Bodenindikatoren) war nicht Gegenstand dieser Untersuchung.

6.1.2 Überlegungen zur Variation der Einbauhöhe

Grundsätzlich beschäftigte sich das Forschungsvorhaben mit der Untersuchung der Auswirkungen einer Einbauhöhe von 3 cm auf die Funktionalität und Sicherheit für blinde, sehbehinderte und gehbehinderte Menschen. Im Rahmen der Untersuchung fand eine Überprüfung statt, ob diese Einbauhöhe tatsächlich die ideale Einbauhöhe aus Sicht der unterschiedlichen Interessengruppen darstellt.

Aus den bisherigen Erfahrungen wird kolportiert, dass die Höhe von 3 cm für Langstocknutzer an der Grenze der Wahrnehmbarkeit liege und für die meisten Nutzer von Rollstühlen noch ohne größere Schwierigkeiten zu überwinden sei (vgl. Kapitel 3).

Um diese Aussage wissenschaftlich zu überprüfen, wurden Messreihen (Kraftmessungen) exemplarisch an einem Bordstein mit unterschiedlicher Einbauhöhe und zwei unterschiedlichen Raddurchmessern durchgeführt (Kapitel 6.4.1). Diese Messreihen dienen als Grundlage für die Überprüfung der Anforderungen von Menschen, die als Hilfsmittel Rollstuhl oder Rollator benutzen. Die Anforderungen von blinden und sehbehinderten Menschen wurden im Rahmen der Probandentests überprüft (Kapitel 7.2.1).

6.1.3 Auswahl von Bodenindikatoren

Während die erste DIN 32984 lediglich sinusförmige Rillen kannte (Norm DIN 32984:2000), hat die Vielfalt von Strukturen bei Bodenindikatoren mit Neuausgabe der DIN 32984 zugenommen (Norm DIN 32984:2011-10). Dies ist u. a. dem Umstand geschuldet, dass die unterschiedlichen Funktionalitäten durch unterscheidbare Strukturen abgebildet werden sollen. Die Anforderungen für Bodenindikatoren, Form und Maße der Profile sowie die Anordnung von Bodenindikatoren legt die aktuelle Fassung der DIN 32984 fest. Beide in der Norm aufgeführten Strukturen (Noppen und Rippen) kommen im Umfeld einer Überquerungsstelle zum Einsatz. Die Erkennbarkeit und Begehbarkeit (bzw. Berollbarkeit) beider Strukturen haben somit Relevanz für diese Untersuchung. In DIN 32984:2011-10 (Ausgabe 2011) sind folgende Festlegungen bezüglich der Bodenindikatoren im Außenbereich getroffen (vgl. auch Kapitel 3.3.2):

- Bodenindikatoren im Außenbereich sollen zwecks besserer taktiler Erkennbarkeit bündig zur Basis neben dem umgebenden Belag eingebaut werden. Dadurch ragen die Rippen oder Noppen 4 mm bis 5 mm über den umgebenden Belag hinaus. Dieses Maß hat sich auch international als funktional geeignet und sicher begehbar herausgestellt.
- Rippen sollen einen trapezförmigen Querschnitt haben. Der Abstand der Scheitelpunkte benachbarter Rippen soll 30 mm bis 50 mm betragen. Die Rippenbreite in Messebene soll 5 mm bis 15 mm betragen. Bei Sperrfeldern ist eine Rippenbreite (in Messebene) von 5 mm bis 10 mm erforderlich. Der Abstand zwischen den Rippen in Messebene (Talbreite) soll 25 mm bis 35 mm betragen. Bei Sperrfeldern ist eine Talbreite von 30 mm bis 40 mm erforderlich.

- Noppen können als Kegelstümpfe, Kugelkalotten oder Pyramidenstümpfe ausgebildet werden. Die Anordnung kann orthogonal oder diagonal erfolgen. Der orthogonale Abstand nebeneinanderliegender Noppen (Mittelpunkte) soll 50 mm bis 75 mm betragen, der diagonale Abstand 35 mm bis 53 mm. Der Durchmesser der Noppen (in Messebene) soll 20 mm bis 30 mm betragen.¹⁷

Die Auswahl der Bodenindikatoren erfolgte in Anlehnung an diese Vorgaben aus der Norm sowie Hinweisen aus der Analyse nationaler und internationaler Regelwerke und Empfehlungen. Es fanden folgende Bodenindikatoren mit trapezförmiger Rippenstruktur (Tabelle 40) bzw. Noppenstruktur (Tabelle 41) Verwendung.

Kurzbezeichnung	Abstand Scheitelpunkte Rippenstege	Rippenbreite Scheitel	Rippenbreite in Messebene ¹⁷	Talbreite in Messebene ¹⁷
R1	38 mm	9 mm	12 mm	26 mm
R2/R3	50 mm	10 mm	12 mm	38 mm

Tab. 40: Überblick über die für die Untersuchung ausgewählten Rippenstrukturen

Kurzbezeichnung	Noppen [Anzahl]	Typ	Abstand orthogonal [mm]	Abstand diagonal [mm]	Durchmesser [mm] [in Messebene]
N1	32	Kegelstumpf, diagonal	75	52	33
N2a/N2b	50	Kegelstumpf, diagonal	58	40	25
N3	32	Kugel, diagonal	75	53	20
N4	36	Kegelstumpf, orthogonal	50	70	22
N5	36	Kugel, orthogonal	50	70	20

Tab. 41: Überblick über die für die Untersuchung ausgewählten Noppenstrukturen

Sämtliche im Test eingesetzte Bodenindikatoren hatten eine Höhe von 4 bis 5 mm über der Plattenbasis (Höhe gemäß DIN 32984 für Bodenindikatoren für den Außenbereich). Bei Rippenstrukturen und nicht vollsymmetrischen Noppenstrukturen ist die normgemäße Verlegerichtung von Bedeutung. Die Rippenplatten wurden sowohl mit Richtung der Rippen in Laufrichtung (normgemäß z. B. für Richtungsfelder) als auch mit Richtung quer zur Laufrichtung (normgemäß z. B. für Sperrfelder) verlegt und getestet. Bei den Noppenplatten spielt die richtige Drehung der Platten eine Rolle, um ein gleichmäßiges Verlegemuster und damit eine durchgängige, eindeutige Struktur zu erhalten.

Auf die Verwendung von Bodenindikatoren mit akustischer Rückmeldung (Hohlblocksteine) wurde verzichtet. Im Vordergrund stand die Identifizierung geeigneter taktiler Strukturen für Langstocknutzer und Menschen mit rollenden Hilfsmitteln. Durch auffällige akustische Eigenschaften kann die Auffindbarkeit von Bodenindikatoren für blinde und stark sehbehinderte Menschen verbessert werden (vgl. Norm DIN 32984:2011-10, S. 13).

6.1.4 Auswahl der Hilfsmittel

Das Angebot unterschiedlicher Typen und Komponenten bei Langstöcken, Rollatoren und Rollstühlen ist vielfältig, um den individuellen Bedürfnissen der jeweiligen Nutzer entgegenzukommen. Beispielsweise können u. a. die Art des Langstocks und auch die Art und der Durchmesser der Langstockspitze einen Einfluss auf die Handhabbarkeit (Kraftaufwand etc.) haben, aber auch darauf, wie stark die Rückmeldung über taktile Strukturen für den Nutzer ist. Entsprechend kann der Raddurchmesser am Rollator oder am Rollstuhl einen Einfluss darauf haben, wie leicht oder schwer Kanten zu überwinden sind.

Da aufgrund der Vielfalt am Markt verfügbarer Hilfsmittel für die Durchführung der objektiven Tests eine Auswahl getroffen werden musste, erfolgte eine Marktanalyse.¹⁸ Dabei wurde überprüft, inwieweit Langstöcke, Rollstühle und Rollatoren standardisiert sind und ob es quantitativ begründbar ist, eine Auswahl zu treffen.

Langstöcke

Bei einem Blindenlangstock handelt es sich um ein Hilfsmittel für hochgradig sehbehinderte und blinde Menschen. Gemäß Hilfsmittelverzeichnis dient der

¹⁷ Die Messebene liegt 1 mm unter der Oberkante der Rippe oder Noppe und soll Messfehler durch Profilrundungen vermeiden.

¹⁸ Die subjektiven Tests der Menschen mit Behinderungen erfolgten mit dem jeweils persönlichen Hilfsmittel.

Langstock primär dem Schutz einer Kollision des Nutzers mit einem Hindernis (GKV-Spitzenverband). Dies wird erreicht, indem der Langstock während des Gehens vor dem Körper in der Regel mit der Spitze auf dem Boden rollend bzw. schleifend (Schleiftechnik) oder (inzwischen seltener) mit der Spitze in regelmäßigen kurzen Abständen auf dem Boden auftippend (Tipptechnik) hin und her bewegt wird. Dabei können mit dem Langstock auch Niveauänderungen und Bodenverhältnisse, also auch spezifische Strukturen wie z. B. Bodenindikatoren, ertastet werden.

Ein Langstock besteht gemäß Hilfsmittelverzeichnis aus Leichtmetall, Holz oder Kunststoff. Er kann einteilig oder mehrteilig sein (Teleskop- oder Falstock). Der Hilfsmittelkatalog macht zu den Eigenschaften der Langstockspitze keine konkreten Angaben über das Material oder die Abmessungen. Spitzen sollen lediglich gute Gleiteigenschaften besitzen. Die Auswahl des Stocks und der Spitzen erfolgt üblicherweise mindestens bei erstmaliger Verordnung im Rahmen einer Mobilitätsschulung (Orientierungs- und Mobilitäts-Schulung). Mit dem O&M-Lehrer wird dann z. B. der für die individuellen Bedürfnisse geeignete Langstock ausgesucht und die Länge des Stocks angepasst. Sie ist u. a. abhängig von der Körpergröße und Schrittlänge des Trägers (SIMON). Die Langstockspitzen werden von den Nutzern auch nach individuellen Vorlieben und Erfahrungen frei gewählt.

Langstockspitzen gibt es aus Metall, Keramik und Kunststoff entweder als feste Spitze oder als Rollspitze. Die Formen der Spitzen variieren zwischen schmalen, festen (starr)en Spitzen über zylindrische, kegelförmige oder kugelförmige Rollspitzen bis hin zu tellerförmigen Rollspitzen. Der Durchmesser der verfügbaren Spitzen beträgt somit etwa zwischen $d = 10$ mm und 66 mm. Nach Informationen der Deutschen Blindenstudienanstalt in Marburg (blista), der größten Ausbildungsstätte für blinde und sehbehinderte Menschen in Deutschland, werden dort am häufigsten die zylinderförmige Rollspitze ($d = 34$ mm) sowie die kugelförmige Rollspitze ($d = 55$ mm) an die Benutzer verkauft. Diese Angaben decken sich mit den Ergebnissen der Erhebung im Rahmen dieses Forschungsvorhabens (vgl. Kapitel 5.4.4). Die Befragung ergab jedoch zudem immer noch einen hohen Anteil (28 %) an Nutzern einer kleinen starren Spitze. Daher wurde diese als dritte Langstockspitze für die objektiven Messungen ausgewählt (Tabelle 42).



Tab. 42: Ausgewählte Langstockspitzen für die Messungen

Rollatoren und Rollstühle

Bei Rollatoren handelt es sich gemäß Hilfsmittelkatalog um vierrädrige Gehhilfen aus einem Rohrrahmen auf luftbereiften Rädern oder Rädern aus Vollgummi (GKV-Spitzenverband). Der Nutzer bewegt sich innerhalb des Rahmens zwischen den Auflagepunkten der Räder, sodass er sich mithilfe des Geräts abstützen kann. Über Abmessungen (z. B. den Raddurchmesser) macht der Hilfsmittelkatalog keine Angaben. Anforderungen an Rollstühle sind in DIN EN 12183 (Rollstühle mit Muskelkraftantrieb) und DIN EN 12184 (Elektrorollstühle) genormt. In der Praxis gibt es eine große Vielzahl unterschiedlicher Typen und Ausstattungen (GROSSMANN 1994). Anforderungen an Rollatoren sind in der DIN EN ISO 11999-2 festgelegt. Diese Normen für Rollstühle und Rollatoren beschäftigen sich überwiegend mit Dauerfestigkeit, statischer Festigkeit, Stoßfestigkeit und Bremswirkung. Teilweise werden auch Festlegungen zu Konstruktionsmerkmalen (z. B. Fußstützen, Bremsen) gegeben. Zum Raddurchmesser, der eines der entscheidenden Konstruktionsmerkmale zur Überwindung einer Kante darstellt (vgl. Kapitel 7.1.1), machen diese Normen allerdings praktisch keine Angaben. Für Rollatoren legt die DIN EN ISO 11999-2 allerdings einen Mindestdurchmesser fest. Der Raddurchmesser für Rollatoren, die auch im Außenbereich genutzt werden, soll nicht geringer als 18 cm sein.

Eine Stichprobenerhebung bei mehreren Herstellern bestätigte, dass es für den Raddurchmesser bei Rollatoren keine weiteren Festlegungen gibt. Seitens der Hersteller wurde i. d. R. ein Durchmesser von 19 cm oder 20 cm genannt (vgl. auch (MÖNNIKES 2013)). Einige Hersteller bieten auch größere Raddurchmesser an (um die 30 cm). Diese Rollatoren werden allerdings als besondere „Outdoor“-Modelle angeboten, die für den Einsatz abseits der Straße Verwendung finden sollen.



Bild 59: Standard-Rollator für ausgewählte Tests

Für die objektiven Messungen wurde ein Standardrollator mit Stahlrohrrahmen ausgewählt (Bild 59). Der Raddurchmesser beträgt 19 cm, das Gewicht 9,8 kg. Die Abmessungen des Rollators im betriebsbereiten Zustand betragen 69 cm x 61 cm x 71 cm. Dieser Rollator erhielt in unabhängigen Tests die durchschnittliche Bewertung „gut“ (Producto AG). Dieses oder ähnliche Modelle sind im unteren Preissegment ein häufig anzutreffendes Hilfsmittel. Auf zusätzliche Messungen mit einem Rollstuhl wurde verzichtet. Zum einen hatte sich für die Kraftmessungen ein Ersatzsystem als zweckmäßig herausgestellt, welches unabhängig von einem bestimmten Hilfsmittel durchgeführt werden konnte (vgl. Kapitel 7.1.1). Zum anderen waren für die Erschütterungsmessungen bei der Überfahrt von Bodenindikatoren aus objektiver Sicht keine zusätzlichen Erkenntnisse über Einwirkungen auf die Nutzer zu erwarten. Für die subjektiven Messungen wurde zusätzlich zum Rollator ein handelsüblicher Greifreifenrollstuhl verwendet (vgl. Kapitel 6.5.3).

6.2 Probanden

Alle Probanden beantworteten zunächst einige Fragen zu sozio-demografischen Daten, verwendetem Hilfsmittel, Mobilitätsverhalten bzw. zu Erfahrungen mit Behinderungen (Probanden ohne Einschränkungen). Die Fragen wurden, soweit zweckmäßig, mit dem Fragenkatalog aus der großen Befragung (vgl. Kapitel 5) abgestimmt (z. B. zum O&M-Training).

6.2.1 Menschen mit Behinderungen

Die Teststrecken wurden von 52 Probanden mit unterschiedlichen Mobilitätseinschränkungen absolviert. 60 % der Teilnehmer waren männlichen Geschlechts, 40 % weiblichen Geschlechts.

Das Alter der teilnehmenden Personen lag zwischen 21 und 90 Jahren. Der überwiegende Teil der Teilnehmer war zwischen 45 Jahren und 64 Jahren alt (33 %, vgl. Bild 60). Die meisten Teilnehmer waren im erwerbsfähigen Alter (71 %). Daher ist zu erwarten, dass die meisten Teilnehmer sehr mobil sind (vgl. Tabelle 13 und s. u.).

Begründet durch die Akquisition von Probanden im Sinne der Bearbeitung der Forschungsaufgabe verteilten sich die Einschränkungen überwiegend auf die drei Arten: „blind“, „sehbehindert“ sowie „gehbehindert“ (vgl. Bild 61). Ein geringer Teil der Testpersonen hatte eine andere bzw. weitere Mobilitätseinschränkungen, z. B. eine Hörbehinderung.

Trotz intensiver Bemühungen, auch weniger mobile Personen für die Tests zu gewinnen, handelte es sich bei den Probanden überwiegend um mobile Personen. Lediglich 20 % gaben an, häufig Assistenz in Anspruch nehmen zu müssen. Auf eine ständige Assistenz bei der Bewältigung von täglichen Wegen war nach eigenen Angaben keine der Testpersonen angewiesen. Für unbekannte Wege wurde von einigen Probanden Hilfe in Anspruch genommen.

Von den 52 Probanden hatten zwölf Personen eine Mehrfachbehinderung. Etwas weniger als die Hälfte (47 %) der Teilnehmer hatte eine Einschränkung des Sehvermögens und nutzte einen Langstock. Knapp zwei Fünftel (39 %) nutzten Rollstuhl oder Rollator. Ca. ein Sechstel hatte eine Einschränkung, die keine Hilfsmittel erforderlich machte. Insgesamt begingen 28 Probanden die Teststrecken unter Benutzung eines Langstocks, 24 nutzten einen Rollator oder einen Rollstuhl (Tabelle 43, Bild 62). Zwei blinde Testpersonen begingen die Strecke nach dem Durchgang mit dem Langstock zudem auch mit einem Föhrhund. Weitere Testpersonen verwendeten kein spezifisches Hilfsmittel (z. B. eine Person mit einer spastischen Hemiplegie¹⁹, eine kleinwüchsige Person, eine nicht behinderte Teilnehmerin mit hochhackigen Schuhen und ein Teilnehmer mit einem Rollkoffer). Diese letztge-

¹⁹ Hemiplegie = Halbseitenlähmung.

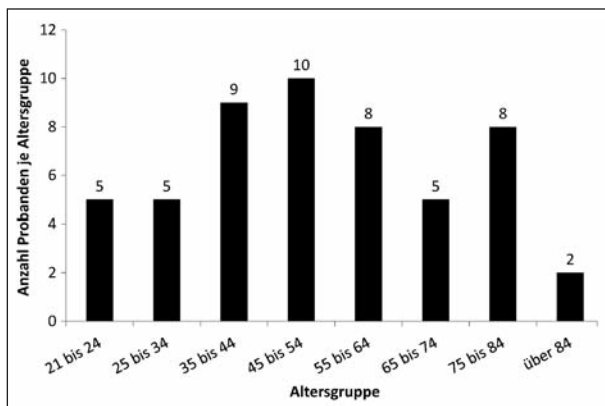


Bild 60: Anzahl der Probanden mit Mobilitätseinschränkungen je Altersgruppe (Summe = 52)

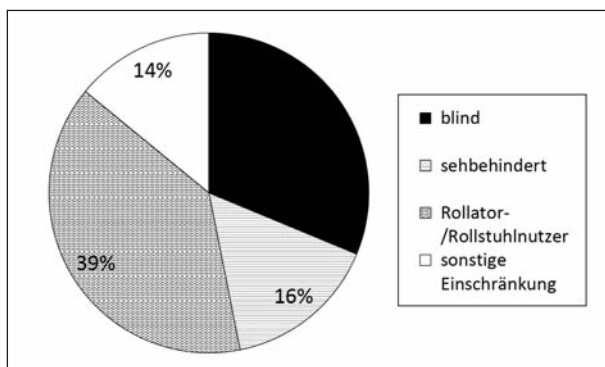


Bild 61: Arten der Behinderung der Testpersonen (N = 64, Mehrfachnennungen möglich)

nannten Begehungen dienten dem Zweck, Erfahrungen hinsichtlich der allgemeinen Begehbarkeit der Bordsteinkanten und Bodenindikatoren zu erlangen (z. B. besondere Stolpergefahr).

Die während der Tests eingesetzten Langstöcke waren mit unterschiedlichsten Spitzen bestückt. Abweichungen betrafen sowohl das Material (Keramik, Metall, Kunststoff) als auch den Durchmesser. Die meisten der Probanden mit Langstock verwendeten eine Rollspitze mit einem Durchmesser zwischen 3 cm und 5 cm (Bild 63). Etwa ein Viertel verwendete Stockspitzen bis zu einem Durchmesser von maximal 3 cm. 11 % benutzten Stockspitzen mit einem Durchmesser von mehr als 5 cm. Diese Verteilung korrespondierte nahezu mit den in der Befragung erhobenen Werten (vgl. Kapitel 5.4.4). Ein Proband verwendete unterschiedliche Stockspitzen in den beiden Durchgängen der Begehung.

Ein Sechstel der Probanden mit Langstock hatte innerhalb der letzten drei Jahre ein Orientierungs- und Mobilitätstraining absolviert (Bild 64). Bei etwa einem Drittel der Langstocknutzer war dies etwa 4 bis 10 Jahre her. Bei einem weiteren Drittel war

Hilfsmittel	Anzahl
Langstock	27
Rollator	15
Rollstuhl	5
E-Rollstuhl	4
Handrollstuhl mit Hilfsmotor (E-fix)	1
Ohne Hilfsmittel	4
Summe	56

Tab. 43: Verwendete Hilfsmittel bei der Begehung der Teststrecken

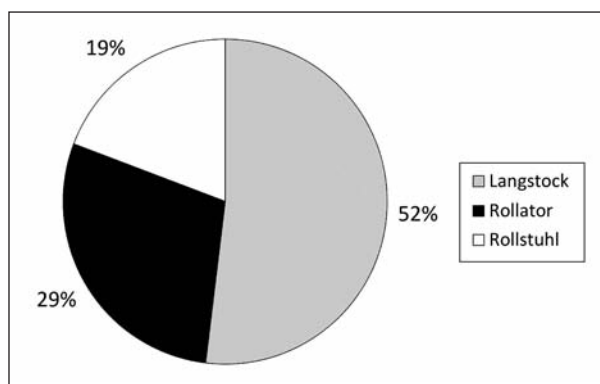


Bild 62: Von den Probanden mit Behinderung benutzte Hilfsmittel (N = 52)

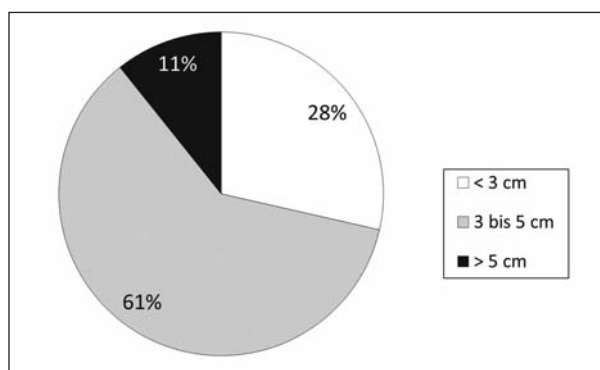


Bild 63: Anteile der von den Probanden verwendeten Langstockspitzen bei den Begehungen (N = 28)

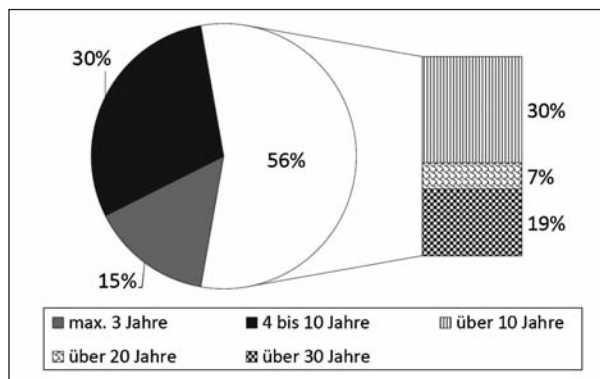


Bild 64: Zeitpunkt des letzten Mobilitätstrainings der blinden und sehbehinderten Probanden (N = 27)

dies bereits zehn bis zwanzig Jahre her, immerhin bei knapp einem Fünftel sogar bereits über 30 Jahre. Diese Zahlen korrespondieren mit den erhobenen Daten aus der Befragung (vgl. Kapitel 5.4.3).

Die Raddurchmesser der verwendeten Rollatoren lagen zwischen 18 cm und 20 cm und entsprachen damit den recherchierten Herstellergrößen (vgl. Kapitel 6.1.4). Die Durchmesser der Vorderräder bei den Rollstühlen unterschieden sich in der Größe deutlich, jeweils in Abhängigkeit vom Rollstuhltyp. Die Greifreifenrollstühle hatten Raddurchmesser zwischen 9 cm und 14,5 cm, die Elektro-Rollstühle zwischen 22 cm und 34 cm. Einen Sonderfall stellte der E-Fix (Handrollstuhl mit Hilfsmotor) dar. Bei diesem handelt es sich in der Bauart um einen Greifreifenrollstuhl, bei dem mittels einer Zusatzausrüstung die größeren Räder über einen Radnabenmotor elektrisch angetrieben werden. Dementsprechend war der Durchmesser der vorderen Räder mit 13 cm so gering wie bei handelsüblichen Greifreifenrollstühlen.

Immerhin acht von neun Rollstuhlnutzern hatten ein Mobilitätstraining absolviert. Dieses lag auch maximal drei Jahre zurück. Bei den Rollatornutzern hatten vier von 15 ein derartiges Training durchgeführt. Hier lag der Unterricht höchstens zwölf Monate zurück. Die teils hohe Quote der Teilnehmer, die im sicheren Umgang mit Rollstuhl und Rollator geschult wurden, kann nicht als repräsentativ angenommen werden. Der überwiegende Teil dieser Menschen hatte das Training über einen Trägerverein zur Unterstützung behinderter Menschen in der beruflichen und privaten Integration angeboten bekommen. Dort wird ein Training für diese Gruppe regelmäßig angeboten. Auch MÖNNIKES stellte in ihrer Arbeit fest, dass einem erheblichen Teil der Rollatornutzer dieses Angebot überhaupt nicht bekannt ist (MÖNNIKES 2013).

6.2.2 Vergleichsgruppe

Insgesamt wurden in der Vergleichsgruppe, die von Menschen ohne Behinderung gebildet wurde, 53 Begehungen der beiden Teststrecken durchgeführt. Der Anteil der männlichen Probanden lag bei 62 %, derjenige der weiblichen bei 42 %. Das Alter der Teilnehmer lag zwischen 18 und 75 Jahren, 85 % waren im erwerbsfähigen Alter. Die Tests stießen bei den Teilnehmern auf sehr großes Interesse. Immerhin 58 % der Freiwilligen gaben an, Erfahrungen im Umgang mit Menschen mit Behinderung im Familienkreis zu besitzen. Bis auf einen Teilnehmer

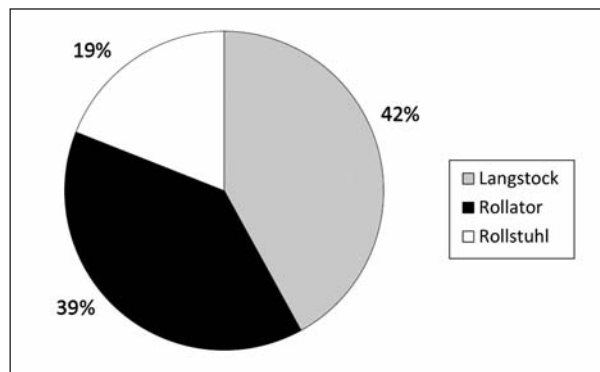


Bild 65: Von der Vergleichsgruppe benutzte Hilfsmittel (N = 53)

gaben alle Probanden an, dass ihnen Bodenindikatoren und deren Zweck bekannt seien.

Die Teilnehmer nutzten drei unterschiedliche Hilfsmittel beim Gang über die Teststrecken (Bild 65). Knapp ein Fünftel (19 %) nahm einen Greifreifenrollstuhl, jeweils etwa zwei Fünftel gingen mit Rollator (39 %) oder Langstock unter Augenbinde (42 %). Dabei wurde überwiegend die zylinderförmige Rollspitze genutzt, die auch bei den blinden und sehbehinderten Menschen weite Anwendung findet. Ein nur geringer Anteil benutzte die feste fingerförmige Spitze.

Bei dem Rollator handelte es sich um den Standard-Rollator (Kapitel 6.1.4), der auch für die objektiven Tests Verwendung gefunden hatte (Raddurchmesser 19 cm). Auch der Greifreifenrollstuhl war ein Standardmodell mit einem Raddurchmesser des Vorderrads von 20 cm (Vollgummireifen).

6.3 Methodik der Tests

Bisher beruhen die Kenntnisse über eine geeignete Gestaltung barrierefreier Überquerungsstellen ausschließlich auf subjektiven Berichten der Menschen mit Behinderung bzw. von Testpersonen. Dies betrifft sowohl die Eigenschaften der Bordsteinkante als auch der Bodenindikatoren. Zwischen blinden und sehbehinderten Menschen sowie gehbehinderten Menschen mit rollenden Hilfsmitteln konnte bisher keine von allen Seiten akzeptierte Lösung entwickelt werden. Zudem lassen durchgeführte Beobachtungen und empirische Untersuchungen (vgl. Kapitel 4) infolge der begrenzten Anzahl von Teilnehmern sowie der jeweiligen Rahmenbedingungen der Tests (Auswahl untersuchter Alternativen, regionale Besonderheiten) nur bedingt bzw. nur in Teilbereichen repräsentative und zu verallgemeinernde Aussagen zu. Aufgrund der individuell sehr

unterschiedlichen Fähigkeiten der Nutzer ist nahelegend, dass die Bandbreite der subjektiven Erfahrungen und damit auch daraus abgeleiteter Schlüsse groß ist. Dies erschwerte bisher eine Aussage über eine Standardisierung von Elementen an barrierefreien Überquerungsstellen.

Daher bestand ein Ziel dieser Untersuchung darin, objektive Messungen durchzuführen. Diese dienten dem Zweck, differierende subjektive Bewertungen über Erkennbarkeit bzw. Berollbarkeit von Bordsteinen oder Bodenindikatoren besser einordnen (kategorisieren) zu können. Die objektiven Messungen waren Teil eines zweistufigen Testverfahrens. Sie wurden durch umfangreiche subjektive Erhebungen ergänzt. Im Einzelnen wurden folgende Schritte durchgeführt:

- Ertastbarkeit und Überrollbarkeit von Bordsteinen (s. Kapitel 7):
 - objektive Messung des Kraftaufwands beim Überrollen der unterschiedlichen Bordsteinformen mit rollenden Hilfsmitteln (Rollator bzw. Rollstuhl) am Ersatzsystem,
 - objektive Messung der Taktilität (Kraftwiderstand) beim Ertasten bzw. Überstreichen der verschiedenen Bordsteinkantenformen mit dem Langstock,
 - subjektive Bewertung der Ertastbarkeit bzw. Überrollbarkeit von unterschiedlichen Bordsteinkanten durch Probanden mit einer Behinderung, die bei ihrer Mobilität ein Hilfsmittel nutzen,
 - subjektive Bewertung der Ertastbarkeit bzw. Überrollbarkeit von unterschiedlichen Bordsteinkanten durch Probanden einer Vergleichsgruppe (Menschen ohne Behinderung), die ein Hilfsmittel nutzen.
- Ertastbarkeit und Überrollbarkeit von Bodenindikatoren (s. Kapitel 8):
 - objektive Messung der am Griff wirkenden Erschütterungen beim Überrollen der unterschiedlichen Bodenindikatoren mit einem Rollator,
 - objektive Messung der Erschütterungen am Langstock beim Überstreichen der verschiedenen Bodenindikatoren mit diesem Hilfsmittel,
 - subjektive Bewertung der Ertastbarkeit bzw. Überrollbarkeit unterschiedlicher Strukturen

von Bodenindikatoren durch Probanden mit einer Behinderung, die bei ihrer Mobilität ein Hilfsmittel nutzen,

- subjektive Bewertung der Ertastbarkeit bzw. Überrollbarkeit von unterschiedlichen Bordsteinkanten durch Probanden einer Vergleichsgruppe (Menschen ohne Behinderung), die ein Hilfsmittel nutzen.

6.4 Entwicklung geeigneter Messsysteme für die objektiven Messungen

Bisherige Empfehlungen zur Ausgestaltung der Bordsteinkante beruhen überwiegend auf subjektiven Erfahrungswerten der Nutzer (s. Kapitel 1). Hilfreich bei der Beurteilung von Bordsteinkanten bzw. Bodenindikatoren bezüglich ihrer Überrollbarkeit bzw. Taktilität könnte daher ein objektives Messverfahren sein. Eines der Projektziele war daher die Entwicklung derartiger Messverfahren, mit denen vergleichende Messungen durchgeführt werden können.

6.4.1 Messungen am Bordstein

Messungen am Bordstein mit Rollator oder Rollstuhl

Die Messung der notwendigen Kraft zur Überwindung der Bordsteine mit einem Rollator hatte sich in Vorversuchen als nicht zweckmäßig herausgestellt. Bauartbedingt ergaben sich komplexe Kraft- und Drehmomentverläufe, sodass kein geeigneter Kraftmesspunkt (bzw. Zugpunkt) mit Bezug zum Kraftaufwand bei der Überfahrt der Kante ermittelt werden konnte. Zudem erwies sich der Rollator – je nach Ansatz des Zugpunkts – als instabil (Kippen).

Daher wurde für die Durchführung der Versuche ein adäquates Ersatzsystem entwickelt. Dafür wurden zwei Rollbretter mit jeweils Rädern mit kleinerem ($\varnothing = 8$ cm) und Rädern mit größerem Durchmesser ($\varnothing = 20$ cm) gebaut. Es wurden zwei Systeme mit unterschiedlichem Raddurchmesser verwendet, um die Spannbreite der in der Realität auftretenden Raddurchmesser in den Versuchen abbilden zu können. Der größere Durchmesser entsprach in etwa dem häufig verwendeten Durchmesser von Rollatorrädern (vgl. Kapitel 6.1.4). Der kleinere Durchmesser simulierte die Überfahrt mit einem Rollstuhl mit einem Radsatz kleiner Vorderräder

bzw. entsprechend mit einem Kinderwagen (Buggy). Auf weitere Varianten der Raddurchmesser wurde verzichtet, da anhand eines Vergleichs der Messungen mit den beiden vorhandenen Radsätzen der Einfluss des Raddurchmessers auf den Kraftaufwand dargestellt werden konnte. Eine weitere Abstufung hätte somit keine zusätzlichen grundlegenden Erkenntnisse gebracht. Da das System mit den kleineren Rollen ein geringeres Eigengewicht hatte, fand durch Gewichtsauflagerungen eine Anpassung an die Masse des Systems mit den großen Rädern statt (jeweils $m = 17,725 \text{ kg}$), um für beide Systeme mit Blick auf die Vergleichbarkeit der Messergebnisse dieselben Voraussetzungen hinsichtlich der Gewichtsbelastung zu schaffen. Die Kraffteinleitung erfolgte durch ein starres System über einen am Brett befestigten Winkel und einen stabilen Draht. Dieser hatte den Zugpunkt jeweils in Höhe der Radachse.

Das Rollbrett wurde jeweils mit den Vorderrädern parallel und bündig an einen Bordstein gestellt (Bild 66). Anschließend wurde am Draht in horizontaler Richtung (parallel zur Pflasteroberfläche) die Zugkraft langsam gesteigert, bis das Rollbrett über den Bordstein rollte. Mittels einer elektronischen Messeinrichtung (Kofferwaage), die zwischen Draht und Winkel eingebaut war, wurde die erforderliche Kraft in kg (mit anschließender Umrechnung in N) ermittelt. Der während des Zugversuchs auftretende Kraftverlauf wurde über Dehnungsmessstreifen in der Kofferwaage an einen Messverstärker weitergeleitet und dort aufgezeichnet. Die Analyse erfolgte mittels einer Signalanalysesoftware. Auf diesem Wege konnte die maximale Kraft (Abreißkraft) ermittelt werden. Jeder Versuch wurde mindestens fünfmal wieder-

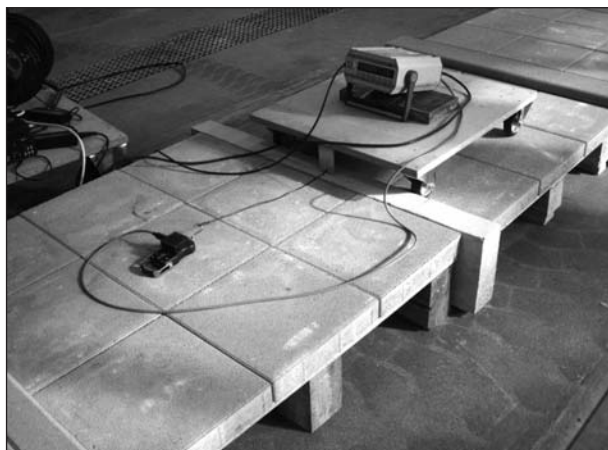


Bild 66: Versuchsaufbau zur Kraftmessung an einem Bordstein (hier: Rollbrett mit Rädern $\varnothing 8 \text{ cm}$)

holt, um Fehlmessungen auszuschließen und mögliche Messtoleranzen auszugleichen.

Messungen am Bordstein mit Langstock

Für die Messungen mit dem Langstock wurde ein Automat entwickelt, der den Langstock in einer gleichmäßigen Pendelbewegung von links nach rechts und zurück über den jeweiligen Untergrund bewegte (Öffnungswinkel ca. 35° zu jeder Seite der Pendelachse, vgl. Bild 67). Dieser Automat fand sowohl für die Messungen an den Bordsteinen als auch für die Messungen an den Bodenindikatoren Verwendung.

Die Langstöcke wurden in einer Länge bestellt, dass sie für einen Nutzer mit einer Körpergröße von etwa $1,70 \text{ m}$ geeignet waren. Entsprechend wurden die Auszugslänge des Langstocks sowie die Neigung (Öffnungswinkel zwischen Stock und Boden) am Automaten auf dieses Maß eingestellt. Die Langstöcke wurden an ihrem Handgriff am Automaten eingespannt. Der grundsätzliche Versuchsaufbau wurde auf seine Plausibilität von einem Lehrer für Orientierung & Mobilität überprüft.

Für die vergleichenden Versuche an den Bordsteinkanten wurde der Automat immer im selben Abstand und mit demselben Winkel zur jeweiligen Bordsteinkante aufgestellt. Beschleunigungssensoren am unteren Stockende zeichneten in x-Achsen-

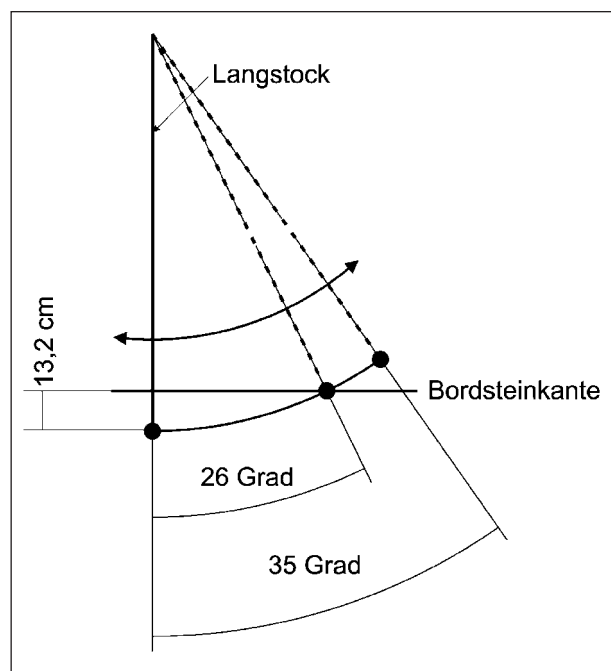


Bild 67: Skizze des Versuchsaufbaus mit dem Langstock am Bordstein – Grundrissprojektion

und y-Achsen-Richtungen die Beschleunigungswerte auf, die am unteren Ende des Langstocks durch die Pendelbewegung bzw. das Auftreffen auf die Bordsteinkante auftraten. Die Auswertung erfolgte mittels einer Signalanalysesoftware. Wenn der Langstock auf ein Hindernis traf (z. B. die Bordsteinkante oder Struktur eines Bodenindikators), dann wurde die Verzögerung gemessen (negative Beschleunigung). Bei den Bordsteinen wurden die jeweiligen Impulse ausgewertet, die sich durch die Bewegung gegen den Bordstein bzw. beim „Fallen“ vom Bordstein ergaben.

6.4.2 Messungen mit Bodenindikatoren

Erschütterungsmessungen am Rollator durch Bodenindikatoren

Die Messung der während des Überrollens der Bodenindikatoren erzeugten Erschütterungen wurde an dem ausgewählten Standardrollator ermittelt. Dafür wurde am Griff des Rollators eine Masse von $m = 20 \text{ kg}$ angebracht, um messbare Schwingungen zu erzeugen und unkontrollierte Kipp- oder Spring-Bewegungen zu vermeiden (Simulation des Aufstützens einer Person). Der Rollator wurde mittels eines elektrischen Antriebs (Seilwinde) mit konstanter Geschwindigkeit über die Teststrecke gezogen. Die Oberfläche der Strecke wechselte zwischen glatten Bodenplatten und strukturierten Bodenindikatoren im gleichmäßigen Wechsel (Bild 68).

Die Felder mit den Bodenindikatoren bestanden jeweils aus quadratischen Feldern mit einer Kantenlänge von 90 cm. Durch das Überfahren des strukturierten Untergrundes wurde die Masse am Griff des Rollators in Schwingungen versetzt. Die daraus resultierenden Dehnungen des Rohrrahmens wurden mittels Dehnungsmessstreifen (DMS), die im oberen Bereich der Griffe angebracht waren, gemessen und während der gesamten Fahrt aufgezeichnet (Bild 69). Das Zeitsignal der Schwingungen wurde dann in ein Frequenzspektrum umgewandelt. Die jeweilige Schwingamplitude konnte dann ausgewertet werden.

Durch die Abschnitte mit glatter Oberfläche war sichergestellt, dass sich der Rollator für eine ausreichend lange Zeit mit keinem der vier Räder auf einem Bodenindikator befand. Dadurch konnte das Signal, welches bei der Überfahrt der Bodenindikatoren entstand, eindeutig identifiziert werden.²⁰ Eine zusätzliche Kontrolle erfolgte durch ein Trig-



Bild 68: Teststrecke mit wechselnden Oberflächenstrukturen für Erschütterungsmessungen am Rollator



Bild 69: Dehnungsmessstreifen am Griff des Rollators (Detail)

gersignal, einen vom Beobachter ausgelösten Impuls. Dieses Signal wurde jeweils immer gegeben, wenn die führenden Räder einen Bodenindikator erreichten.

²⁰ Aufgrund der Empfindlichkeit der Messsensoren wurden auch bereits bei der Überfahrt der glatten Betonsteinplatten (leichte) Schwingungen gemessen.

Erschütterungsmessungen am Langstock durch Bodenindikatoren

Für die Erschütterungsmessungen am Langstock durch die unterschiedlichen Bodenindikatoren wurde der bereits für die Messungen an den Bordsteinen verwendete Automat mit gleichmäßiger Pendelbewegung verwendet.

Die Aufstellung bei den Bodenindikatoren erfolgte so, dass die Achse des Öffnungswinkels des Automaten senkrecht auf die Außenkante der Platte traf. Somit ergab sich für die Rippen eine Messung parallel oder senkrecht zur Struktur (quer oder längs). Bei den parallel angeordneten Noppen wurde nur in eine Richtung gemessen, da die Struktur quer oder längs identisch war. Bei den diagonal angeordneten Noppen ergab sich aus dem Versuchsaufbau ein Winkel von 45° zwischen der Achse Öffnungswinkel und dem Noppenverlauf. Auch hier wurde nur in eine Richtung gemessen.

Für die Auswertung der Impulse, die aus der Bewegung über die Bodenindikatoren resultieren, wurde das Integral des sich ergebenden Frequenzspektrums gebildet.

6.5 Aufbau der Teststrecken und Methodik der Begehung

6.5.1 Grundsätzliche Anmerkungen

Die Identifikation der am besten geeigneten Elemente (Bordsteine und Bodenindikatoren) für die Ausstattung von Überquerungsstellen sollte neben den objektiven Messungen durch subjektive Bewertungen aus Begehungen durch Probanden mit unterschiedlichen Fähigkeiten erfolgen. Diese Begehungen erfolgten auf eigens errichteten Teststrecken in einer Versuchshalle der STUVA. Werden die aufgrund der Vielfalt von Bordsteinformen und Bodenindikatoren möglichen Kombination beider Elemente an einer Überquerungsstelle bedacht, ergibt sich eine Vielzahl möglicher Bauformen. Diese Vielfalt wurde bereits durch eine begründete Vorauswahl reduziert (vgl. Kapitel 6.1). Dennoch wäre die Möglichkeit an Kombinationen für die Umsetzung im Straßenraum mit einem Test durch eine jeweils nennenswerte Zahl an Probanden zu groß und praktisch nicht umsetzbar gewesen. Gegenüber einer realen örtlichen Situation ergibt sich dazu eine Reihe von Vorteilen eines in der Halle errichteten Versuchsaufbaus:

- Der Aufbau in der Versuchshalle unter Ausschluss störender Faktoren (z. B. abweichende Verkehrs- und Umfeldbedingungen, Witterung) ermöglicht einen weitgehend standardisierten Testaufbau, um vergleichende Messergebnisse in einer direkten Gegenüberstellung von Elementen zu erzielen.
- Die Elemente können absolut höhengenaueingebaut werden (Unterstützung durch Hallenkrane).
- Die Probanden können sich ausschließlich auf die ihnen angediente Aufgabe konzentrieren.
- Der Versuchsaufbau kann relativ leicht verändert und angepasst werden, ohne dass der gesamte Aufbau gestört wird.

Das primäre Ziel der Untersuchungen war es zunächst, einzelne Elemente an Überquerungsstellen (Bordsteinen, Bodenindikatoren) in einer vergleichenden Untersuchung in ihrer Wirkung auf die Nutzer zu analysieren. Daher wurden die Bordsteinformen von den Bodenindikatoren getrennt und jeweils hintereinander aufgebaut.

Anfängliche Überlegungen, die Teststrecke mit einem flexiblen Palettensystem (wie bei den objektiven Messungen) und einer Einspannung der Bordsteine zwischen den Paletten zu errichten, wurden verworfen. Einerseits hatte die Einspannung der Bordsteine einen deutlichen Klang (Hohlklang) beim Anschlagen der Borde mit dem Langstock zur Folge, der in der Praxis nicht zu verzeichnen ist. Außerdem ergaben sich bei der Begehung der Paletten mit den Platten „Knirschgeräusche“, die ebenfalls in der Praxis nicht vorkommen. An der Stabilität der Paletten bestand zwar kein Zweifel. Allerdings war zu befürchten, dass die Geräusche die Probanden bei den Tests irritieren könnten. Es konnte auch nicht ausgeschlossen werden, dass die verklebten Platten sich durch Scherkräfte bei der Befahrung mit Rollstühlen (insbesondere E-Rollstühlen) lösen könnten. Somit stand zunächst sogar die Verwendung eines Gehörschutzes für die Langstocknutzer zur Debatte, um den Fokus ausschließlich auf die taktile Erkennbarkeit der Elemente zu lenken. Letztendlich konnte durch Verwendung der gepflasterten Teststrecke diese zusätzliche Maßnahme vermieden werden und die Testläufe wurden nicht zusätzlich erschwert (Stresssituation durch ungewohntes Tragen eines Gehörschutzes).

Der Aufbau der Teststrecken erfolgte direkt auf dem Boden der Versuchshalle. Der vorhandene Boden bestand aus Betonverbundsteinen in einem Sandbett. Aufgrund der langen Liegedauer der Steine (ca. 30 Jahre) und der regelmäßigen Belastung auch durch große Massen war der Untergrund bereits sehr gut verdichtet. Dies war von großer Bedeutung, da die Bordsteine für die Versuchsstrecke in das bereits vorhandene Sandbett gesetzt werden konnten und so eine große Lagestabilität erreicht werden konnte (während der gesamten Tests keine messbaren Setzungen). Die Gehwegplatten wurden auf ein dünnes Sandbett, welches auf die Betonverbundsteine der Halle aufgebracht worden war, gesetzt. Auch hier war keine weitere Verdichtung des Planums erforderlich und es ergaben sich keine Setzungen während der Versuche.

Die Flächen für An- und Auslauf sowie zwischen den Bordsteinen oder Bodenindikatoren wurden mit Gehwegplatten aus Beton (30 cm x 30 cm, anthrazit, Mikrofase) ausgelegt, um eine einheitliche Testumgebung für alle Elemente zu schaffen. Auch neben den Bodenindikatoren wurden norm- und praxisgerecht diese planen Betonsteinplatten angeordnet. Durch das Verlegen in ein Sandbett konnten relativ leicht Lagekorrekturen beim Pflastern erfolgen (Fertigungstoleranzen der Steine) und somit Stolperkanten vermieden werden. Aufgrund der beschränkten Dicke der Sandschicht und des steifen Untergrunds waren für die zu erwartenden Belastungen keine weiteren Verdichtungsarbeiten notwendig und eine ausreichende Lagestabilität der gesamten Fläche für die Testdurchführung gegeben. Die Längs- und Kopfseiten der Strecken (mit Ausnahme der Zugangsbereiche an den Rampen) waren mit einer mindestens 10 cm hohen Tastleiste aus Holz gesichert, um ein Abstürzen der Probanden zu vermeiden. Langstocknutzer wurden auf diese Absturzsicherung besonders hingewiesen

und konnten vor dem Start die Leiste mit dem Stock oder den Händen ertasten, um Sicherheit zu erlangen. Die Teststrecken konnten von den Probanden über jeweils an den Enden der gepflasterten Flächen angebrachte Rampen selbstständig erreicht werden.

6.5.2 Aufbau der Teststrecke mit Bordsteinen

Die Strecke mit den Bordsteinen hatte inklusive Anlauf- und Auslaufflächen eine Gesamtlänge von ca. 19 m und verlief geradlinig. Sie wurde mit einer nutzbaren Breite von 1,80 m konstruiert. Dadurch war bei der Begehung in gewissem Maße auch ein schräges Anlaufen der blinden und stark sehbehinderten Probanden an den Bordstein möglich. Die Strecke begann in Startrichtung mit einem ebenen Anlauf von 3,6 m vor dem ersten Bordstein (Bild 70). Für die Bestückung der Teststrecke wurden auf Basis der Grundlagenanalysen fünf unterschiedliche Bordsteinelemente und eine Rampe aus Noppenplatten (Bild 58) ausgewählt (Kapitel 6.1.1). Damit die Probanden sich nicht zu sehr auf die Begehungssituation einstellen konnten, wurde die Teststrecke in einer beliebig gewählten Abfolge von auf- und abführenden Wechseln der Auftritte gestaltet. Zudem wurden die Abstände der Bordsteinkanten jeweils zueinander variiert, sodass das nächste Hindernis nicht ohne weiteres anhand einer immer gleichen Schrittlänge zu ahnen war.

Die Strecke mit den Bodenindikatoren hatte eine Gesamtlänge von ca. 27 m. Aufgrund der örtlichen Gegebenheiten musste die Streckenführung an zwei Stellen rechtwinklig abzweigend erfolgen (Bild 71). Die begehbare Breite der Strecke betrug in der Geraden 2,40 m. An den Abzweigungen wurden Aufweitungen gepflastert, um ausreichende Bewegungsflächen außerhalb der strukturierten Bereiche zu schaffen. Die Bodenindikatoren wurden als qua-

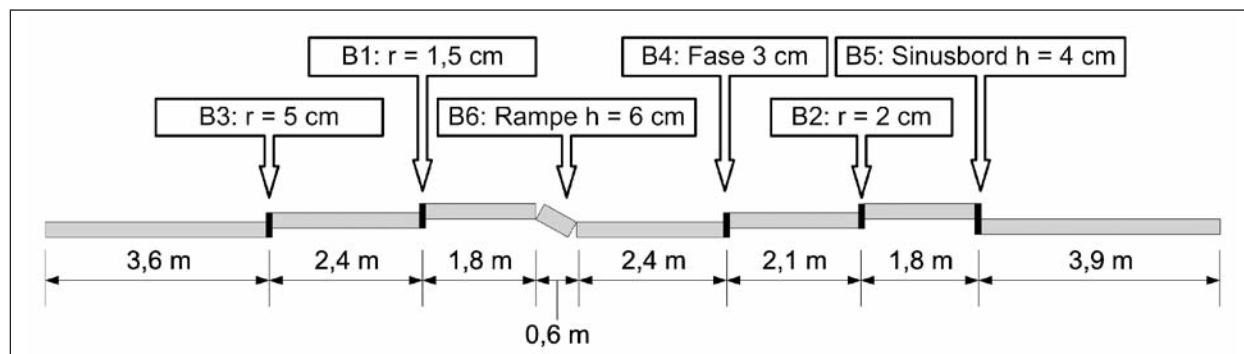


Bild 70: Teststrecke mit Bordsteinen – Ansicht im Höhenprofilaufbau der Teststrecke mit Bodenindikatoren

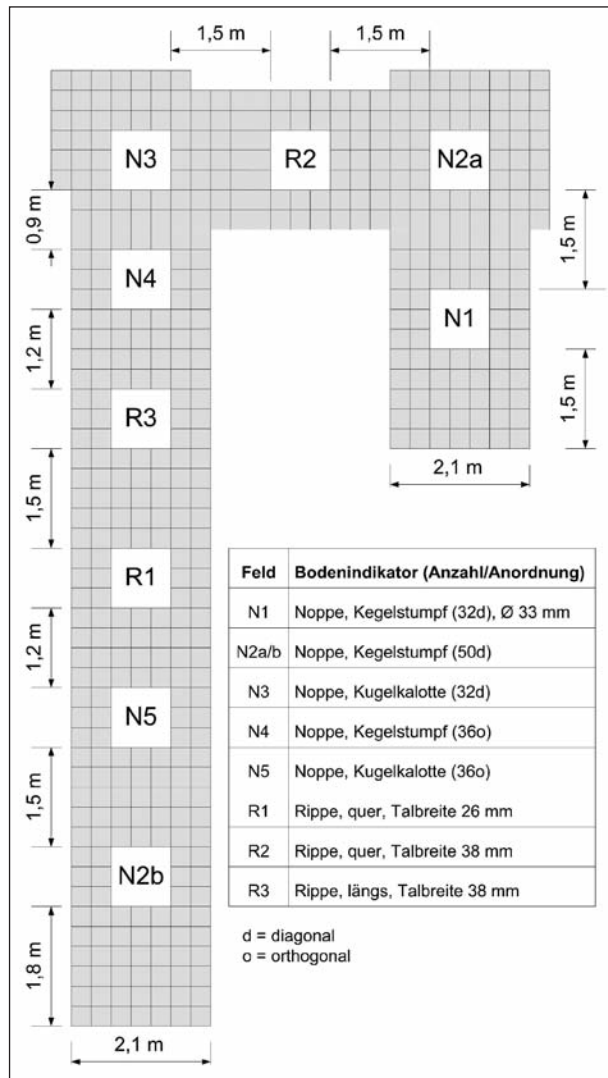


Bild 71: Teststrecke mit Bodenindikatoren – Grundriss

dratisches Feld mit einer Kantenlänge von 90 cm (neun Platten zu je 30 cm x 30 cm) jeweils mittig zur Längsachse eingebaut. Die Verlegung der Bodenindikatoren und der planen Betonsteinplatten erfolgte engfugig. Die Abstände der Felder zueinander variierten in loser Reihenfolge, damit die Probanden aufgrund ihrer Schrittlänge die Lage nicht genau vorausahnen konnten. Zwischen den Feldern mit Bodenindikatoren und daneben waren Betonsteinplatten mit einer glatten Oberfläche und einer Mikrofase (2 mm) engfugig verlegt. Dadurch ergab sich ein guter taktiler Kontrast zwischen Bodenindikatoren und umgebendem Bodenbelag. Dies war durchaus gewünscht und entspricht den Empfehlungen für die Verlegepraxis in den technischen Regelwerken.

Es wurden insgesamt neun Felder eingebaut: sechs Felder mit Noppenplatten, drei Felder mit Rippenplatten. Ein Feld wurde mit geometrisch glei-

chen Noppenplatten gepflastert (N2a/b, 50 Noppen in diagonaler Anordnung, Kegelstümpfe). Die dort verbauten Platten unterschieden sich allerdings in ihrem Leuchtdichtekontrast zum umgebenden Pflaster bzw. ihrer Farbgebung voneinander, so dass für sehende Menschen zunächst der Eindruck zwei verschiedener Felder entstand.

6.5.3 Untersuchungsmethodik bei den Begehungen

Die Begehung der Teststrecken wurde jeweils von Menschen mit Behinderung sowie einer Vergleichsgruppe von Menschen ohne Behinderung durchgeführt.

Begehung durch Menschen mit Behinderung

Grundsätzlich begingen die Probanden die Teststrecken mindestens einmal. Blinde und stark sehbehinderte Menschen wurden gebeten, sofern es ihnen möglich war, die Teststrecken zweimal abzulaufen. Damit wurde dieser Gruppe die Möglichkeit gegeben, die Strecke zunächst einmal kennenzulernen. Bei der zweiten Begehung wurden die Strecken genau gegenläufig zum ersten Durchgang begangen. Dieser zweite Durchlauf für die sehbehinderten und blinden Probanden wurde lediglich zur Überprüfung der abgegebenen Einschätzungen über die eingebauten Elemente herangezogen (s. Kapitel 7.2.1). Nicht treffende Einzelbewertungen (z. B. im Vergleich zur Benotung anderer Testelemente durch den jeweiligen Probanden), ausgelöst durch Unsicherheiten während der ersten Begehung, sollten damit abgemildert werden. Ein Vergleich der jeweiligen Bewertungen sollte dazu herangezogen werden, die „Richtigkeit“ der Methodik zu bestätigen. Für den Vergleich und die daraus abgeleiteten Empfehlungen wurde allerdings nur der erste Durchgang ausgewertet. Eine Überlagerung der Ergebnisse der beiden Durchgänge einer Gruppe (z. B. um die Anzahl der Bewertungen zu erhöhen) erfolgte nicht. Da die Bewertung eines Elementes einen Einfluss auf die Bewertung des jeweils nachfolgenden Elementes haben könnte, wäre beim zweiten Durchgang eine durch die veränderte Reihenfolge beeinflusste abweichende Bewertung möglich. Aufgrund der in der Richtung gegenläufigen Begehung bei den beiden Durchgängen handelte es sich somit aus wissenschaftlicher Sicht um zwei unterschiedliche Versuche. Auf Wunsch konnten Elemente nach der Begehung (um einen Einfluss auf die Bewertung auszuschlie-

ßen) einer intensiveren Betrachtung unterzogen werden (z. B. langsames Abtasten mit dem Langstock oder u. U. mit den Händen). Dies wurde von einigen Nutzern in Anspruch genommen.

Die übrigen Probanden konnten sich bereits einen ersten Eindruck durch „Blick nach vorn“ (Besichtigung) der jeweiligen Teststrecke und Testelemente verschaffen. Diesen Testpersonen stand es frei, die Strecke ein weiteres Mal zu begehen. Rollator und Rollstuhlnutzer befuhren die Strukturen teils ausgiebig, auch mit Wendemanövern und in schräger Richtung.

Beide Abschnitte (Bordstein und Bodenindikatoren) wurden hintereinander begangen bzw. berollt. Gestartet wurde beim ersten Durchgang jeweils auf der Teststrecke mit den Bordsteinen (erstes Element B3, Bord mit $r = 5$ cm, s. Bild 70). Anschließend erfolgte eine Begehung der Strecke mit den Bodenindikatoren. Zum Abschluss wurde noch einmal die Strecke mit den Bordsteinen in entgegengesetzter Richtung zum ersten Lauf begangen. Mit dieser wechselnden Reihenfolge wurde sichergestellt, dass sämtliche Bordsteine einmal sowohl aufwärts als auch abwärts begangen wurden.

Die Probanden waren aufgefordert, die Begehung bzw. Berollung in ihrer möglichst üblichen Laufgeschwindigkeit durchzuführen. Gerade bei blinden oder stark sehbehinderten Menschen kam es allerdings verständlicherweise auch vor, dass sich bei der Erstbegehung teilweise eher zögerlich vorangetastet wurde.

Jeder Proband wurde bei jeder Begehung von einem geschulten Beobachter (aus dem Kreis der Projektbearbeiter) begleitet. Dies erfolgte einerseits aus Sicherheitsgründen, andererseits um Beobachtungen während der Begehungen protokollierend festzuhalten. Dabei waren die Beobachter gehalten, keinerlei Einfluss (personelle Hilfe oder Rat) auf Testablauf und subjektive Bewertungen der Probanden zu nehmen. Selten mussten die Beobachter aus Sicherheitsgründen eingreifen.

Begehung durch eine Vergleichsgruppe

Die Probanden der Vergleichsgruppe ohne Behinderungen hatten die Wahl, die Strecken mit einem Rollator, einem Greifreifenrollstuhl oder unter Augenbinde mit einem Langstock zu begehen. Die Auswahl wurde insofern gesteuert, als dass die Verteilung der Hilfsmittel in den drei Gruppen vergleichbar mit der Anzahl der Hilfsmittel der Testper-

sonen mit Behinderung war. Der Ablauf der Begehung entsprach der Systematik bei den mobilitäts-eingeschränkten Probanden.

Bewertung der Elemente durch die Probanden

Während der Begehung der Teststrecken wurden die Probanden gebeten, eine Einschätzung über die ertastbarkeit bzw. Überrollbarkeit oder ggf. über andere Erfahrungen (z. B. Stolpergefahr bei Gehbehinderungen) der Bordsteinformen und der Bodenindikatoren zu geben. Die Bewertung erfolgte mittels einer Benotung in Anlehnung an das üblicherweise bekannte Schulnotensystem (1 = sehr gut, 6 = ungenügend). Zusätzlich konnten kurze Kommentare an die Beobachter gegeben werden. Davon wurde rege Gebrauch gemacht. Die Beobachter selbst konnten kurze Hinweise zu jedem Element notieren und gaben ihrerseits eine Einschätzung, wie gut die Probanden mit einem Element zurechtkamen (z. B. „leicht erkannt“ oder „nicht ertastet“). Darüber hinaus wurde die jeweils gewählte Geschwindigkeit mit einer Grobeinteilung in drei Stufen protokolliert (zögerlich/langsam – normal – schnell/zügig).

7 Ergebnisse der Untersuchung von Bordsteinkanten

7.1 Ergebnisse der objektiven Messungen

7.1.1 Überrollbarkeit von Bordsteinen – Kraftmessungen

Bei den mit zwei verschiedenen Raddurchmessern durchgeführten Versuchen, die Bordsteinkante mit dem entwickelten Ersatzsystem zu überrollen, wurden deutliche Unterschiede der aufzuwendenden Kraft in Abhängigkeit des verwendeten Raddurchmessers – je nach Bordsteinform – ersichtlich (Bild 72). Bei dem System mit großem Raddurchmesser (20 cm) ergaben sich nur geringfügige Unterschiede für den Kraftaufwand zwischen den verschiedenen Bordsteinformen. Lediglich zur Überwindung der Rampe wurde eine geringere Kraft gemessen. Da keine Kante überwunden werden musste, fiel die erforderliche Zugkraft, um den Wagen in Bewegung zu versetzen, deutlich geringer aus.

Bei dem kleinen Rad (Durchmesser 8 cm) zeigte sich: Je steiler die Anlaufläche des Bordsteins ge-

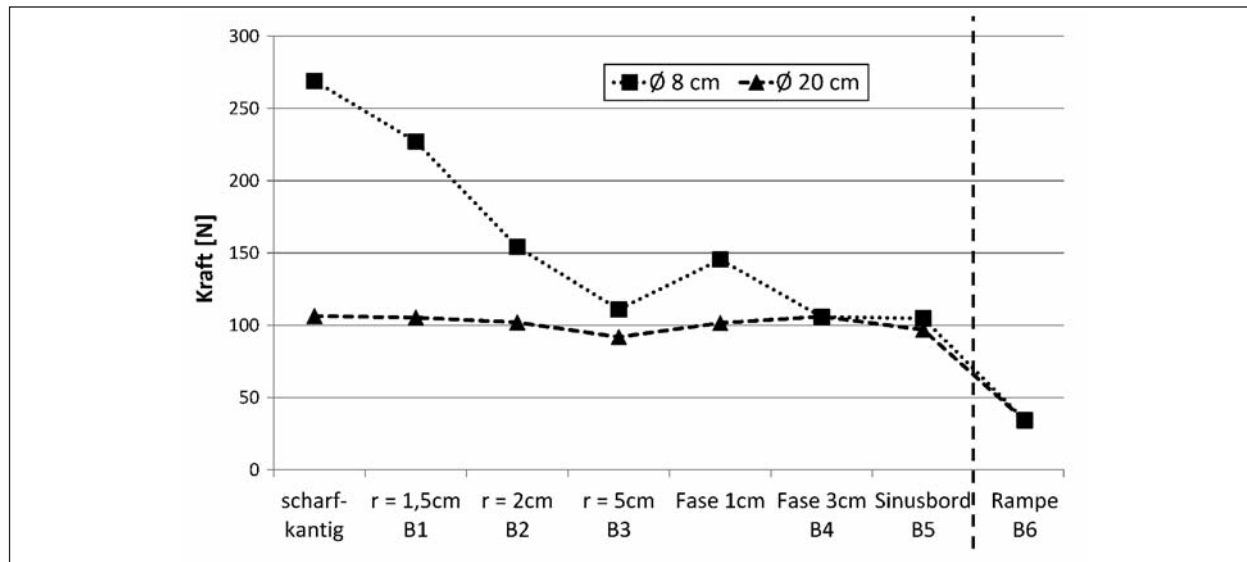


Bild 72: Erforderlicher Kraftaufwand zur Überwindung von unterschiedlichen Bordsteinformen in Abhängigkeit vom Raddurchmesser²¹

neigt war, desto größer war der erforderliche Kraftaufwand, um den Bord zu überwinden. Bei der Rampe sowie rampenähnlich geformten Bordsteinen (großer Radius, große Fase sowie Sinusbord) war der erforderliche Kraftaufwand geringer. Bei diesen Kanten gab es kaum Unterschiede gegenüber dem Kraftaufwand beim größeren Raddurchmesser. Je geringer ausgeprägt die Kante zwischen Auftritt- und Anlauffläche war, desto höher war die erforderliche Zugkraft, um den Wagen über die Bordsteinkante zu ziehen.

Diese Beobachtungen lassen sich anhand der geometrischen Gegebenheiten zwischen dem jeweiligen Rad und Bordstein erklären. Ein Rad mit einem bestimmten Durchmesser an einem gegebenen Bordsteinprofil hat immer einen festgelegten Berührungspunkt.²² Dieser lässt sich geometrisch ermitteln. Der Berührungspunkt und damit der erforderliche Kraftaufwand zur Überwindung der Kante verändern sich in der Höhe, wenn

- sich der Raddurchmesser ändert,

- sich die Einbauhöhe und damit die Auftrittshöhe des Bordsteins ändern (vgl. Kapitel 7.1.1) oder
- sich die Neigung der Anlauffläche des Bordsteins ändert (z. B. senkrecht oder flach geneigt).

Aus dieser Geometrie ergibt sich immer ein bestimmter Winkel zwischen der senkrechten vom Radmittelpunkt auf die Fahrbahnoberfläche und der Verbindungslinie zwischen Radmittelpunkt und Berührungspunkt (vgl. Bild 73).

Je kleiner dieser Winkel ist – also je steiler die Verbindungslinie ist –, desto größer der erforderliche Kraftaufwand, um die Bordsteinkante zu überwinden. Bei einem großen Rad verschiebt sich der Berührungspunkt gegenüber einem kleinen Rad bei einer 3 cm hohen Bordsteinkante aber kaum, daher gibt es auch nur geringe Unterschiede bei der gemessenen Zugkraft in Abhängigkeit der Form des Bordsteinprofils (gerade, gerundet oder geneigt). Beim kleinen Rad wirkt sich die Form erheblicher auf den erforderlichen Kraftaufwand aus. Eine rampenähnliche Ausbildung begünstigt das Überrollen des Profils stärker.

Aus diesen Überlegungen lässt sich auch schließen: Je größer der Raddurchmesser im Verhältnis zur Auftrittshöhe eines Bordsteins, desto geringer ist die erforderliche Kraft, um die Kante zu überwinden – unabhängig von der Form der Bordsteinkante. Andererseits führt eine Erhöhung der Bordsteinkante bei gleichem Raddurchmesser zu einer Verschiebung des Berührungspunktes nach oben und

²¹ Es besteht kein linearer Zusammenhang zwischen den Kräften bei unterschiedlicher Einbauhöhe der Bordkante. Die Punkte wurden mit Blick auf die bessere Lesbarkeit des Diagramms verbunden.

²² In der Realität verformt sich das Rad beim Kontakt mit dem Bordstein geringfügig (bei Luftbereifung mit niedrigem Luftdruck etwas stärker), sodass eine Abweichung von der idealen Kreisform (im mathematischen Sinne) zu verzeichnen ist: statt eines Berührungspunktes gibt es einen (sehr schmalen) Berührungstreifen. Dies ist jedoch nicht relevant für die modellhaften Überlegungen.

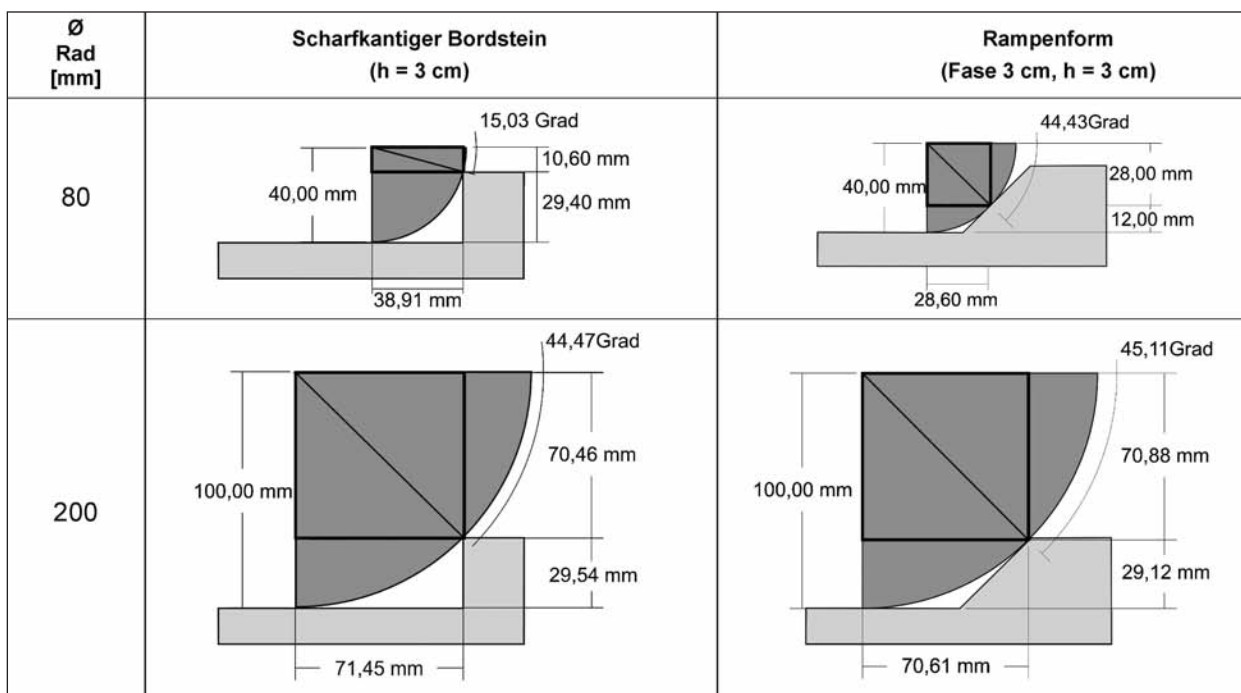


Bild 73: Beispielhafte Darstellung der Lage des Berührungspunktes zwischen Rad und Bordstein in Abhängigkeit vom Raddurchmesser und der Bordsteinform

damit zu einem höheren Kraftaufwand – relativ betrachtet unabhängig vom Raddurchmesser. Umgekehrt führt das Absenken des Bordsteins immer zu einer leichteren Überrollbarkeit. Dies verdeutlicht den Zielkonflikt zwischen Überrollbarkeit und Erstattbarkeit. Letztere nimmt mit zunehmender Absenkung der Bordkante zu – relativ betrachtet zunächst ebenfalls unabhängig von der Form der Bordkante.

In der weiteren Betrachtung wurde die Einbauhöhe der Bordsteine – wenn es sich nicht bauartbedingt ergab – daher nicht weiter variiert, sondern bei 3 cm belassen. Der Zielkonflikt war demnach nur über die Ermittlung der geeigneten Form der Bordsteinkante aus Sicht der beiden Gruppen zu erwarten.

7.1.2 Kraftbedarf in Abhängigkeit der Einbauhöhe

Die Kraftmessung an den Bordsteinen mit unterschiedlicher Einbauhöhe entsprach dem für dieses Projekt entwickelten Versuchsaufbau zur Kraftmessung an Bordsteinkanten (vgl. dazu auch Kapitel 6.4.1). Die Messungen wurden an einem Tiefbord (1-cm-Fase an der oberen Kante) durchgeführt. Dies entspricht per Definition einem „scharfkantigen“ Bordstein. Die Kraftmessungen an einem Bordstein hatten exemplarischen Charakter. Die Ergebnisse

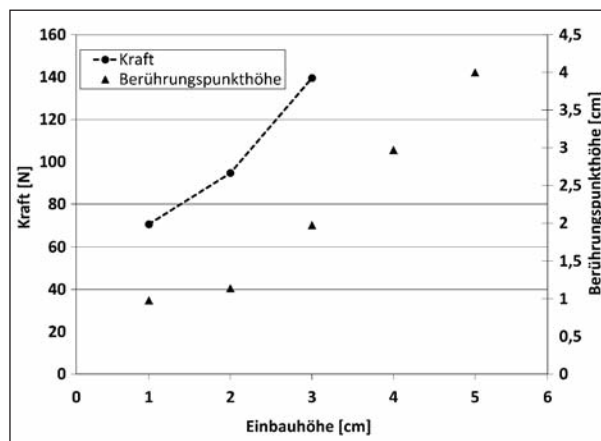


Bild 74: Erforderliche Kraft zur Überwindung einer Bordkante in Abhängigkeit der Einbauhöhe (Raddurchmesser 8 cm)²³

bezüglich der Auswirkungen der Einbauhöhe sind grundsätzlich auf andere Bordsteinformen übertragbar. Beobachtungen zur Erstattbarkeit mit dem Langstock erfolgten im Rahmen der Probandentests bei der Begehung der Teststrecke (s. Kapitel 7.2.1 und 7.2.2). Dort wurden verschiedene Bordsteinformen durch die Probanden getestet.

²³ Es besteht kein linearer Zusammenhang zwischen den Kräften bei unterschiedlicher Einbauhöhe der Bordkante. Die Punkte wurden mit Blick auf die bessere Lesbarkeit des Diagramms verbunden.

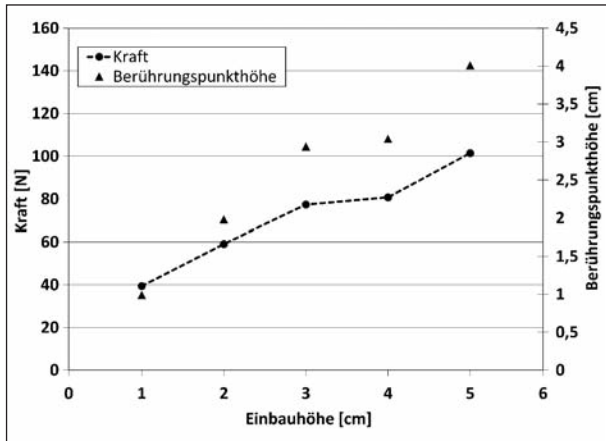


Bild 75: Erforderliche Kraft zur Überwindung einer Bordkante in Abhängigkeit der Einbauhöhe (Raddurchmesser 20 cm)²⁴

Einbauhöhe	Höhe Berührungspunkt [cm]	Skizze
1 cm	0,98	
2 cm	1,14	
3 cm	1,97	
4 cm	2,97	
5 cm	4,00	

Tab. 44 : Höhe des Berührungspunktes in Abhängigkeit der Einbauhöhe des Bordsteins und Raddurchmessers (Raddurchmesser 80 mm) – Prinzipskizze (o. M.)

Einbauhöhe	Höhe Berührungspunkt [cm]	Skizze
1 cm	0,99	
2 cm	1,98	
3 cm	2,94	
4 cm	3,04	
5 cm	4,01	

Tab. 45: Höhe des Berührungspunktes in Abhängigkeit der Einbauhöhe des Bordsteins und Raddurchmessers (Raddurchmesser 200 mm) – Prinzipskizze (o. M.)

Die Kraftmessungen ergaben, dass die Einbauhöhe unabhängig vom Raddurchmesser einen erheblichen Einfluss auf den erforderlichen Kraftbedarf beim Überwinden der Kante hat (vgl. Bild 74 und Bild 75). Der erforderliche Kraftbedarf hängt zudem vom jeweiligen Berührungspunkt des Rades am Bordstein ab (s. Tabelle 44, Tabelle 45 und Kapitel 7.1.1).

²⁴ Es besteht kein linearer Zusammenhang zwischen den Kräften bei unterschiedlicher Einbauhöhe der Bordkante. Die Punkte wurden mit Blick auf die bessere Lesbarkeit des Diagramms verbunden.

Je größer die Einbauhöhe, desto größer ist der erforderliche Kraftbedarf, um die Bordkante zu überwinden. Bei Rädern mit größerem Durchmesser (200 mm) konnten alle Bordhöhen zwischen 1 cm und 5 cm mit jeweils erhöhter Zugkraft überwunden werden. Der im Verhältnis etwas geringer steigende Kraftbedarf bei einer Einbauhöhe von 4 cm ist dem aufgrund der Fase bei dieser Einbauhöhe nur geringfügig erhöhten Berührungspunkt geschuldet (s. Tabelle 44, Tabelle 45 und Kapitel 7.1.1). Bei den Rädern mit kleinerem Durchmesser (80 mm) war bei einer Einbauhöhe ab bereits 4 cm keine Überfahrt mehr möglich. Dies zeigt, dass für einen Teil der Nutzer rollender Hilfsmittel die Einbauhöhe von 3 cm einen oberen Grenzwert darstellen kann.

7.1.3 Erastbarkeit der Bordsteine mit dem Langstock

Die Tastversuche an den Bordsteinen wurden mit dem in Kapitel 6.4.1 beschriebenen Tastautomaten mit den drei ausgewählten Langstockspitzen durchgeführt. Darstellbare Ergebnisse konnten in der Vergleichsmessung mit der zylinderförmigen Rollspitze ($d = 34 \text{ mm}$) und der kugelförmigen Rollspitze ($d = 55 \text{ mm}$) gemessen werden (Bild 76).

Die Messung mit der fingerförmigen festen Spitze ($d = 14 \text{ mm}$) durch Bewegung mit dem Automaten brachte keine messbaren Ergebnisse. Die Spitze blieb bei der Aufwärtsbewegung immer an der Bordkante hängen. Anschließend wurde versucht, die Messung durch Pendeln des Langstocks mit der Hand zu vervollständigen. Aber auch hier zeigte sich, dass der Langstock in den meisten Fällen bei der Aufwärtsbewegung gegen die Anlauffläche des Bordsteins hängen blieb. Eine reproduzierbare Messung ließ sich nicht durchführen. Diese Beobachtung deckt sich durchaus mit der Realität: Nutzer eines Langstocks mit fester Spitze bewegen den Stock üblicherweise mit der bei den Rollspitzen nicht mehr gebräuchlichen Tipptechnik, dies gerade wegen der Gefahr, bereits an kleineren Kanten mit dem Stock hängen zu bleiben. Dabei besteht Verletzungsgefahr oder der Stock kann beschädigt werden. Auch bei den subjektiven Tests wurde von Probanden, die noch die feste Spitze nutzen, teils berichtet, dass sie an bestimmten Bordsteinen oder auch an Rippenstrukturen mit ihrem Stock hängen bleiben (s. Kapitel 7.2 und Kapitel 8.2).

Für die beiden Rollspitzen galt, dass eine größere Rückmeldung am Stock gemessen wurde, je scharfkantiger die Ausrundung ausgebildet war. Insbeson-

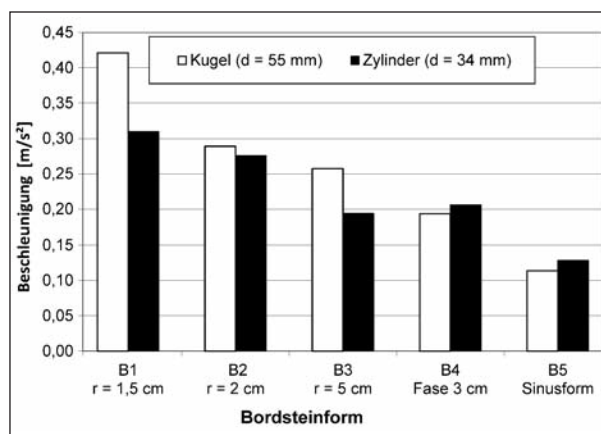


Bild 76: Summe der Beschleunigungsimpulse (relativ) von Langstöcken mit unterschiedlicher Spitze beim Überstreichen von Bordsteinen im Vergleich (größere Summe der Impulse = größere Rückmeldung am Griff)

dere bei der Bewegung gegen die Bordsteinkante von unten wurden größere Beschleunigungswerte gemessen. Diese Ergebnisse wurden durch die später ermittelte bessere Bewertung der aufwärts gerichteten Bewegung bei den subjektiven Tests bestätigt. Dass die Kugel insgesamt dadurch eine stärkere Rückmeldung am Griff erzeugt, lässt sich mit der Geometrie der Spitzen erklären: Die Kugel hat nur einen Berührungspunkt, wenn sie von unten gegen einen Bordstein schlägt, während sich bei der zylinderförmigen Spitze eher eine schleifende Kontaktfläche (Linie) ergibt. Der Unterschied bei gebrochenen Kanten ist deutlich größer. Bei rampenähnlichen oder stärker gerundeten Borden fällt er nicht mehr so ins Gewicht. Diese Beobachtung wurde durch kurzfristige Rückkopplung mit einem blinden Langstocknutzer, der beide Spitzen verwendet, bestätigt.

Die Fase mit 3 cm langer Schräge lieferte ebenfalls eher niedrige Beschleunigungsimpulse. Dies begründet sich durch die geometrische Form der Kante, die wiederum ein Schleifen (linienhafte Berührung) statt eines einzelnen, stärkeren Impulses (Berührungspunkt) erbringt.

7.2 Ergebnisse der subjektiven Erhebungen

Die Begehungen wurden sowohl von Menschen mit Behinderungen unter Nutzung ihres persönlichen Hilfsmittels (Langstock, Rollator, Rollstuhl) als auch einer Vergleichsgruppe durchgeführt. Letztere nutzte eines der drei angebotenen Hilfsmittel, mit denen auch die Probanden mit einer Behinderung unterwegs waren.

7.2.1 Bewertung durch Probanden mit Behinderung

Langstocknutzer

Blinde und hochgradig sehbehinderte Menschen begingen die gesamte Teststrecke (Bordstein- und Bodenindikatorstrecke) in der Regel zweimal, wobei bei der zweiten Runde ein Richtungswechsel stattfand. Dadurch erhielt jeder Bordstein von dieser Gruppe vier Bewertungen (je zweimal aufwärts und abwärts) und der erste und zweite Durchgang konnten als Vergleichsmessung herangezogen werden. Zwischen dem ersten und zweiten Durchgang zeigte sich – trotz der gegenläufigen Begehung – bei der Bewertung der blinden Probanden keine signifikante Abweichung bei der mittleren Bewertung (Tabelle 46). Die Methodik stellte sich somit als geeigneter Gradmesser für eine treffende Bewertung im Vergleich heraus. Für die weitere Auswertung wurde jeweils der erste Durchgang herangezogen.

Im Vergleich der Bewertung des ersten Durchgangs zeigte sich: Sämtliche Bordsteine – mit Ausnahme der Rampe – wurden in der abwärts führenden Begehung durch blinde und sehbehinderte Menschen deutlich schlechter eingestuft als in der Aufwärtsbegehung (Bild 77 und Bild 78, Histogramme für sämtliche Mittelwerte finden sich im Anhang D).

Die Differenz betrug bei blinden Menschen in etwa mindestens einen ganzen Notenschritt und bei den sehbehinderten Menschen mindestens einen halben Notenschritt. Dies deckte sich auch mit den Beobachtungen in früheren Untersuchungen (vgl. Kapitel 4.2). Gestützt wurde dies auch durch die Be-

obachtungen der Protokollanten. Es kam in einigen Fällen – unabhängig von der Form des Bordsteins – vor, dass eine Bordkante gerade in der Abwärts-

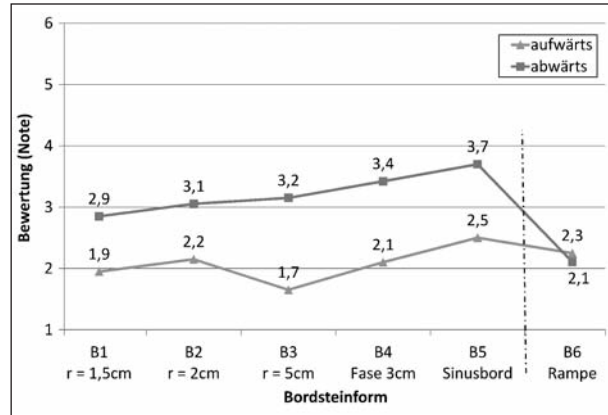


Bild 77: Mittlere Bewertung der Erstastbarkeit von Bordsteinformen durch blinde Menschen (N = 20, Histogramme im Anhang)

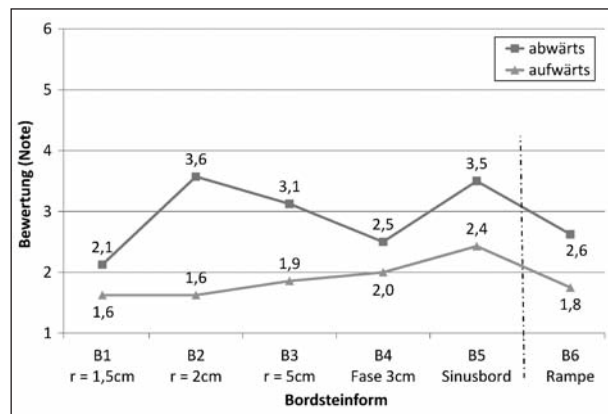


Bild 78: Mittlere Bewertung der Erstastbarkeit von Bordsteinformen durch sehbehinderte Menschen (N = 8, Histogramme im Anhang)

Bordstein	Mittlere Bewertung			
	abwärts (Durchgang 1)	abwärts (Durchgang 2)	aufwärts (Durchgang 1)	aufwärts (Durchgang 2)
B1: Rundbord. r = 1,5 cm	2,9	2,9	1,9	2,2
B2: Rundbord. r = 2 cm	3,1	3,0	2,2	2,3
B3: Rundbord. r = 5 cm	3,2	3,5	1,7	2,1
B4: Bord. Fase 3 cm	3,4	3,4	2,1	2,4
B5: Sinusbord. h = 4 cm	3,7	3,5	2,5	2,4
B6: Rampe mit Bodenindikatoren, q = 10 %	2,1	2,3	2,3	2,1

Tab. 46: Vergleich der mittleren Bewertung von Bordsteinen von blinden Menschen (N = 20)

Bordstein	Fehlerquote	
	abwärts	aufwärts
B1 (r = 1,5 cm)	25 %	3 %
B2 (r = 2 cm)	23 %	0 %
B3 (r = 5 cm)	28 %	5 %
B4 (Fase 3 cm)	33 %	3 %
B5 (Sinusbord)	23 %	5 %

Tab. 47: Quoten der „Überläufer“ im Test (ohne Rampe)

bewegung nicht sicher mit dem Langstock erkannt und sogar überlaufen wurde (Tabelle 47).

Erst beim Schritt abwärts (z. T. sogar erst mit dem zweiten Schritt) wurde der Testperson bewusst, dass sie eine Bordkante überlaufen hatte. Die Probanden zeigten sich teils selbst erstaunt, nachdem sie die Bordkante überlaufen hatten. Als Begründung wurde die ebene Ausführung der Teststrecke genannt. Viele Probanden zeigten sich überzeugt, aufgrund der im Straßenraum vorhandenen Neigung der Gehwegfläche zur Absenkung hin die Überquerungsstelle leichter erkennen zu können.²⁵

In der Aufwärtsbewegung pendelte der Stock dagegen gegen die Anlauffläche und die Bordkante wurde praktisch ohne Ausfälle sicher erkannt.

In Aufwärtsrichtung schnitten bei den blinden Probanden der Rundbord r = 5 cm (Element B3) sowie der Bord r = 1,5 cm (Element B1) sowie bei den sehbehinderten Probanden der Rundbord r = 2 cm (Element B2) sowie der Bord r = 1,5 cm (Element B1) am besten ab. Schaut man sich die Bewertungen im Detail an, ist zu erkennen, dass der Bord r = 1,5 cm (B1) von beiden Gruppen geringfügig besser bewertet wurde (s. Anhang D, Histogramme). In Einzelfällen gab es unerwartete Kritik daran, dass der Langstock an einer aufwärts führenden Kante sehr plötzlich stoppte (Beispiel für einen Probandenkommentar: „Da wird mir ja der Stock in den Bauch gerammt“).

Der Sinusbord wurde von blinden und sehbehinderten Menschen von allen Elementen auf der Bordstein-Teststrecke sowohl in der Aufwärtsrichtung als auch in der Abwärtsrichtung am schlech-

testen bewertet, dies, obwohl er mit einer Einbauhöhe von 4 cm sogar geringfügig höher als die übrigen Bordsteinkanten (Einbauhöhe 3 cm) war.

In der Abwärtsbewegung schnitten Bordsteine mit Kante tendenziell umso besser ab, je scharfkantiger die Eckausrundung war. Je runder die Bordkante oder schräger die gesamte Anlauffläche geneigt ist, desto mehr gleitet die Langstockspitze über die Kante und desto geringer sind die am Griff auftretenden Impulse (vgl. auch Bild 76). Eine eher rampenförmige Ausbildung der Kante (Fase, Sinusform) wurde hingegen gegenüber den Ausrundungen mit geringem Radius teils bereits deutlich schlechter bewertet. Diese Beobachtung wurde zudem durch die qualitativen Rückmeldungen der Nutzer gestützt: Bei einer scharfkantigen Ausbildung „fällt“ der Langstock den Bordstein herunter. Eine schräge oder schleifende Ausbildung ist insbesondere mit Rollspitzen und Schleiftechnik weniger gut ertastbar und kann mit einer Unebenheit der Oberfläche verwechselt werden (vgl. Kapitel 7.1.3).

In Abwärtsrichtung war bei der Auswertung im Detail in den Histogrammen erkennbar, dass die Bewertungen zwischen r = 1,5 cm (B1) und r = 2 cm (B2) bei dem scharfkantigeren Bordstein weniger streuten, die Einschätzung der Probanden also einheitlicher war.

Die Rampe (B6) wurde sowohl in der Aufwärts- als auch in der Abwärtsbewegung ohne besondere Abweichungen mit einer guten Note bewertet. Abwärts führend erhielt die taktile Erkennbarkeit mit einer mittleren Bewertung von 2,1 von den blinden Probanden sogar die mit deutlichem Abstand beste Note aller Elemente. Es ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Rampe mit taktil wahrnehmbaren Bodenindikatoren belegt war (ähnlich einem 60 cm tiefen Aufmerksamkeitsfeld). Zu vermuten ist daher, dass die Probanden nicht nur auf die schräge Neigung reagiert haben, sondern ebenfalls auf die Struktur der Bodenindikatoren.

Rollatornutzer

Alle Rollatornutzer überwinden alle Bordsteinkanten ab- wie auch aufwärts, wenn auch teils mit Schwierigkeiten. Dabei bedienen sie sich zur Überwindung aufwärts führender Bordsteinkanten unterschiedlicher Techniken (z. B. Anheben beider Vorderräder durch Herunterdrücken beider Griffe, Schräganfahrt – ggf. mit leichtem Anheben eines Rades, im Ausnahmefall auch Tragen des Rollators

²⁵ Diese Feststellung deckt sich mit den Ergebnissen aus internationalen Veröffentlichungen und Forschungen (vgl. Kapitel 3.2 und Kapitel 4.2) sowie der Befragung im Rahmen dieses Vorhabens (vgl. Tabelle 25).

über das „Hindernis Bordstein“; Rückwärtsfahrt wurde nicht beobachtet).²⁶ Auch MÖNNIKES stellt in ihrer Arbeit fest, dass Anheben oder Kippen des Rollators oder schräg an den Bordstein heranzufahren verbreitete Praktiken zur Überwindung von Bordsteinkanten sind, wenn kein abgesenkter Bereich in der Nähe vorhanden ist (MÖNNIKES 2013).

Die Rollatornutzer bewerteten die Überrollbarkeit der Bordsteine im Vergleich zu den Langstocknutzern richtungsbezogen erwartungsgemäß gegensätzlich. Abwärts führend wurden die Bordsteine durchweg deutlich besser beurteilt als aufwärts führend (Bild 79).

In Abwärtsrichtung gab es bei den Bordsteinen mit runder Kante oder Fase mit zunehmender Ausrundung oder Abschrägung tendenziell eine bessere Bewertung. Dies könnte daran liegen, dass relativ scharfkantige Borde (z. B. B1, $r = 1,5 \text{ cm}$) einen stärkeren Schlag an den Griffen des Rollators verursachen.

In der Aufwärtsrichtung schnitt der sinusförmige Bordstein (B5) mit einer mittleren Bewertung von

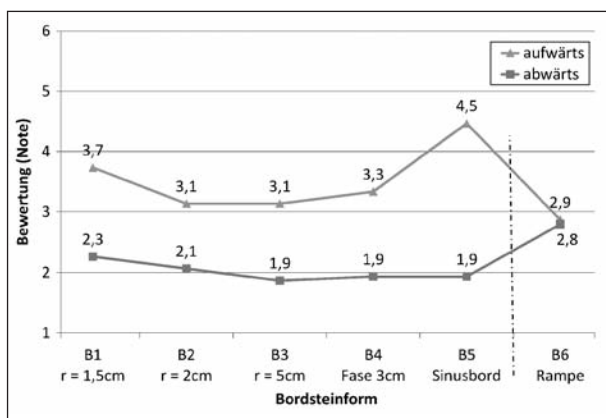


Bild 79: Mittlere Bewertung der Überrollbarkeit von Bordsteinformen durch Rollatornutzer (N = 15, Histogramme im Anhang)

²⁶ Diese „Techniken“ hatten sie nach eigener Aussage häufig selbst entwickelt, seltener durch eine ausführliche Einweisung oder ein Mobilitätstraining gewonnen. Diesbezüglich weist eine Schweizer Studie darauf hin, dass mit einem Rollator die Überwindung der 3-cm-Bordsteinkante mit einer erlernten Technik, nämlich mit einem Rad nach dem anderen, nach einem Mobilitätstraining problemlos möglich ist (ASTRA/EBGB et al. 2013, S. 60 f.). Dies wird auch in einer Umfrage in der Arbeit von MÖNNIKES (2013) bestätigt (ebenda, S. 51).

²⁷ Die Bremsfunktion „einfacher“ handelsüblicher Rollatoren ist erfahrungsgemäß häufig nicht optimal (u. U. auch falsch eingestellt oder unzureichend gewartet). Es gibt auch Defizite in der Unterweisung sowie fehlendes Mobilitätstraining.

4,5 mit deutlichem Abstand am schlechtesten ab. Auch die eher scharfkantige Lösung (B1) wurde deutlich schlechter bewertet als die drei Borde B2 und B3 mit größeren Radien an der Kante oder einer Fase (B4). Diese drei Elemente zeigten bei der mittleren Bewertung durch die Nutzer aufwärts führend kaum Unterschiede. Somit ist zu erkennen, dass in diesem Spektrum die Ausbildung der Bordkante in der Praxis keine besondere Rolle spielt.

Die Rampe (B6) mit Noppenstruktur, als Sonderform in diesem Test, bildete mit einer schlechten Bewertung für die Abwärtsrichtung eine Ausnahme gegenüber der mittleren Bewertung der Bordsteine. Ein Grund für die schlechte Benotung könnte sein, dass ein ggf. subjektiv als erforderlich angesehenes Bremsen in der Abwärtsbewegung – wie mehrfach von Rollatornutzern außerhalb des Testvorgangs geäußert – vielen Rollatornutzern Probleme bereitet.²⁷ In der Aufwärtsbewegung wurde die Rampe durch die Nutzer nicht wesentlich besser bewertet als die Kanten. Dies lag auch an der groben Oberflächenstruktur der Kegelstumpfnoppen. Die qualitativen Aussagen „holprig“, „durchgeschüttelt“ und „geht in die Schultern“ sind Beispiele, warum trotz stufenloser Konstruktion keine besonders gute Note für die Überrollbarkeit vergeben wurde.

Rollstuhlnutzer

Die Unterschiede in der Bewertung der Aufwärtsrichtung und Abwärtsrichtung durch die Rollstuhlnutzer war im Vergleich mit den Langstocknutzern oder Rollatornutzern weniger differenziert (Bild 80). Im Vergleich mit den Rollatornutzern wurden allerdings in Aufwärtsrichtung weniger Schwierigkeiten

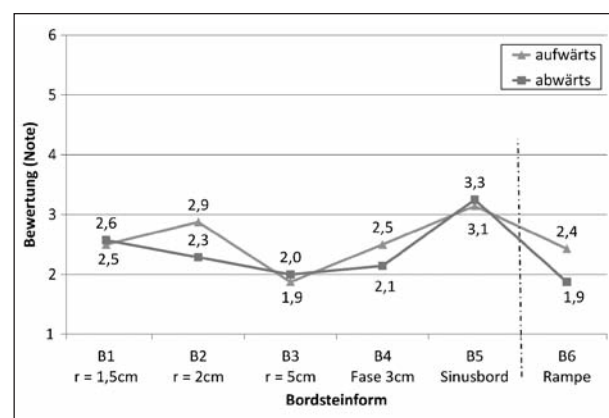


Bild 80: Mittlere Bewertung der Überrollbarkeit von Bordsteinformen durch Rollstuhlnutzer (N = 8, Histogramme im Anhang)

offensichtlich. Zu berücksichtigen ist, dass die Bewertung sowohl von Nutzern mit handbetriebenen Rollstühlen als auch mit Elektro-Rollstühlen abgegeben wurden. Auf eine getrennte Darstellung wurde aufgrund der nur geringen Fallzahl von acht Teilnehmern in dieser Gruppe verzichtet. Die detaillierte Betrachtung beider Gruppen ergab jedoch ein undifferenziertes Bild. Eine Bewertung in Abhängigkeit des Antriebs ließ sich nicht erkennen. Hier spielten eher subjektive Empfindungen eine Rolle.

Insgesamt eher schlecht schnitt jedoch auch bei den Rollstuhlnutzern der Sinusbord (B5) ab.

Weitere Nutzer

Ein Proband mit einer Halbseitenlähmung, die zu einer Beeinträchtigung beim Gehen führte, und eine kleinwüchsige Probandin begingen ebenfalls die Teststrecken. Beide Probanden benannten keine Probleme bei der Überwindung der Bordsteinkanten. Ebenfalls keine Schwierigkeiten wurden von einem älteren Teilnehmer geäußert, der einen beladenen Rollkoffer über die unterschiedlichen Kanten zog. Sämtliche Bordkanten wurden ohne feststellbare Unterschiede überrollt. Eine Probandin mit hochhackigen Schuhen äußerte, dass unabhängig von der Bordsteinform möglicherweise eine Umknickgefahr bestünde. Allerdings bestünde diese Gefahr bei allen Unebenheiten und gälte nur bei unglücklichem Auftreten auf die Bordsteinkante. Somit gingen von Bodenindikatoren keine nachweislich größeren Gefahren aus, als dies bei der Fortbewegung im gesamten Straßenraum der Fall sei.

Diese zusätzlichen Tests waren in keiner Weise repräsentativ, gaben jedoch zusätzliche Hinweise über die Funktionalität unterschiedlicher Bordkanten über die grundsätzlich definierte Forschungsaufgabe hinaus.

7.2.2 Bewertung der Vergleichsgruppe

Langstocknutzer

Insgesamt 22 Probanden gingen mit einer Augenbinde mit einem Langstock über die Strecke mit den Bordsteinen und bewerteten die Ertastbarkeit der eingebauten Bordsteinformen (Menschen mit Behinderung, N = 20). Die Auswertung der Benotung der Vergleichsgruppe sowie die Gegenüberstellung mit den Bewertungen der Menschen mit Behinderung zeigen (Bild 81):

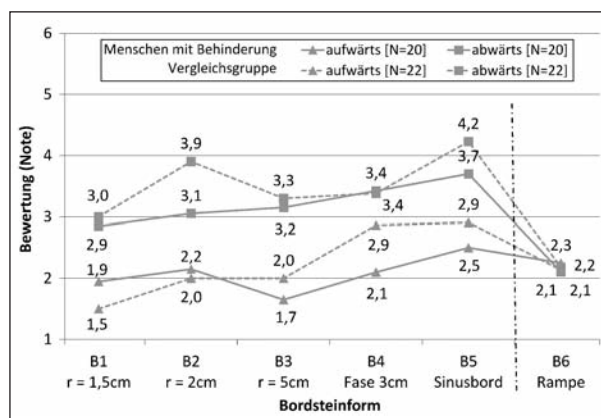


Bild 81: Vergleich der mittleren Bewertung der Ertastbarkeit von Bordsteinen von blinden Probanden (blinde Menschen und Vergleichsgruppe unter Augenbinde)

- Tendenziell, über alle Elemente betrachtet, zeigten sich vergleichbare Einschätzungen bei der Ertastbarkeit der jeweiligen Einzelelemente (in Relation der Bewertungen der Einzelelemente zueinander durch eine Gruppe).
- Die deutlich schlechtere Bewertung der Abwärtsrichtung gegenüber der Aufwärtsrichtung bestätigte sich auch bei der Vergleichsgruppe.
- Tendenziell vergab die Vergleichsgruppe (über alle Elemente betrachtet) für die Einzelelemente eine schlechtere Note, als die Gruppe der Menschen mit Behinderung.
- Lediglich bei jeweils Element B1 aufwärts ($r = 1,5 \text{ cm}$) und B2 aufwärts ($r = 2 \text{ cm}$) gab es eine dem Trend entgegenlaufende Bewertung.
- Bordstein B5 (Sinusbord) schnitt insgesamt betrachtet ebenso wie bei der Gruppe der blinden Menschen am schlechtesten ab.
- Die Rampe mit Bodenindikatoren (B6) schnitt bezüglich der taktilen Erkennbarkeit insbesondere abwärts führend wie bereits bei den blinden Probanden gut ab.

Rollatornutzer

Insgesamt wurden 21 Begehungen von Probanden der Vergleichsgruppe mit einem Rollator durchgeführt. Damit war diese Gruppe zahlenmäßig etwas größer als die entsprechende Gruppe der Menschen mit Behinderung (N = 15). Der Vergleich der Bewertungen der beiden Gruppen über die Einschätzung der Überrollbarkeit der Bordsteinkanten zeigten eine gute Übereinstimmung (Bild 82). Im Einzelnen sind folgende Punkte festzustellen:

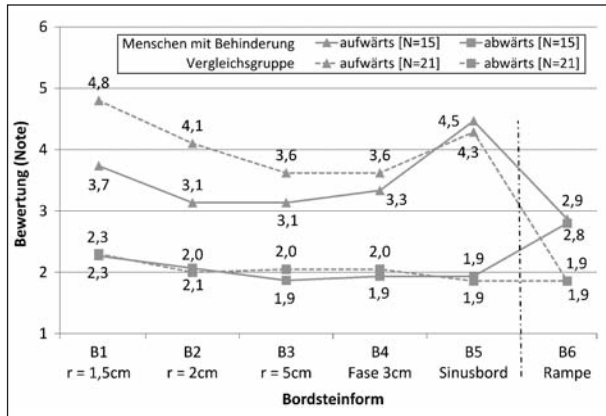


Bild 82: Vergleich der mittleren Bewertung der Überrollbarkeit von Bordsteinen von Rollatornutzern (Menschen mit Behinderung und Vergleichsgruppe)

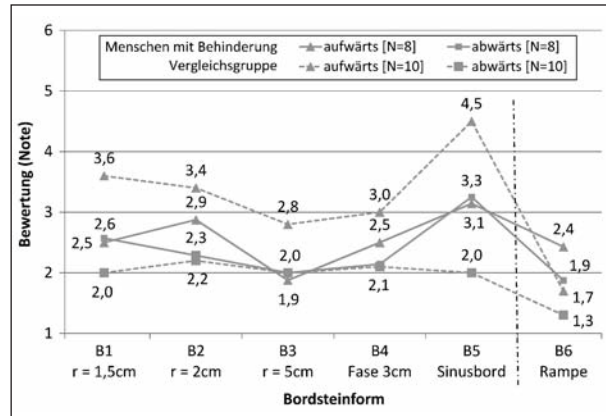


Bild 83: Vergleich der mittleren Bewertung der Überrollbarkeit von Bordsteinen von Rollstuhlnutzern (Menschen mit Behinderung und Vergleichsgruppe)

- Die Abwärtsrichtung wurde von beiden Gruppen praktisch gleich bewertet (mit Ausnahme der Rampe).
- Die Bewertung der Überrollbarkeit der Bordsteinkanten durch die Vergleichsgruppe war in Aufwärtsrichtung tendenziell schlechter als die Bewertung der Gruppe der Menschen mit Behinderung. Dies war umso ausgeprägter, je weniger „rund“ die Bordsteinkante gestaltet war. Ein derartiger Effekt zeigte sich auch unten bei den Rollstuhlnutzern. Ein Grund könnte in der mangelnden Erfahrung bei der Bedienung eines Rollators gelegen haben.
- Die Rampe (B6) mit Bodenindikatoren wurde von der Vergleichsgruppe insgesamt betrachtet bezüglich der Überrollbarkeit am besten bewertet (aufwärts und abwärts).
- Die Rampe (B6) mit Bodenindikatoren wurde in der Abwärtsrichtung von der Vergleichsgruppe deutlich besser bewertet als von den ständigen Rollatornutzern.

Rollstuhlnutzer

Zehn Personen der Vergleichsgruppe bewerteten die Überrollbarkeit der Bordsteinkanten mit dem Rollstuhl (Menschen mit Behinderung N = 8). Dabei ergab sich folgendes Bild (siehe auch Bild 83):

- Tendenziell ließ sich auch in dieser Gruppe eine gute Übereinstimmung bei der Bewertung feststellen (jeweils im Vergleich der Elemente zueinander); sowohl in der Aufwärtsrichtung als auch in der abwärts führenden Richtung.

- Die Überwindung der Kanten in Aufwärtsrichtung wurde von der Vergleichsgruppe deutlich schlechter bewältigt (teilweise mehr als eine ganze Note) als von den ständigen Rollstuhlnutzern. Dieser Trend war bereits oben bei den Rollatornutzern (s. o.) zu beobachten. Ein Grund kann die mangelnde Erfahrung im Umgang mit dem Rollstuhl bei der Überwindung von Kanten gewesen sein.
- Demgegenüber wurde die Abfahrt vom höher gelegenen Plateau über die Bordkante eher besser benotet. Möglicherweise spielen körperliche Belastungen durch den Stoß bei Menschen mit Behinderung eine größere Rolle (in Abhängigkeit der Behinderung).
- Auch in dieser Gruppe hat die Rampenlösung (B6) als Sonderlösung im Testfeld insgesamt betrachtet am besten abgeschnitten.

7.3 Zusammenfassung der Ergebnisse Bordsteine

7.3.1 Einbauhöhe

Bezüglich der Einbauhöhe hat sich der bestehende Kompromiss einer Höhe von 3 cm als weiterhin geeignet erwiesen. Exemplarische Kraftmessungen an einem Bordstein gleicher Form bei unterschiedlicher Einbauhöhe ergaben, dass bei Hilfsmitteln mit kleinen Rädern bereits bei einer Höhe ab 4 cm besonders große Schwierigkeiten bei der Überwindung der Kante auftreten können. Demgegenüber wurden die auf der Teststrecke eingebauten Bordsteine mit der Einbauhöhe von 3 cm (bzw. 4 cm

beim Element B5) von einigen den Langstocknutzern in Abwärtsrichtung teils überlaufen und die Kante erst mit den Füßen wahrgenommen. Bei optimierten Einbaubedingungen im Straßenraum (z. B. Gehwegneigung durch Absenkung zur Fahrbahn) würde sich die Quote der Fehlversuche nach Aussagen der Probanden ggf. reduzieren. Ein Absenken unter den Wert der Einbauhöhe 3 cm würde die taktile Erkennbarkeit jedoch ohne kompensierende Maßnahmen in jedem Fall weiter mindern.

7.3.2 Bordsteinkante

Erwartungsgemäß stellten sich bei Langstocknutzern und Nutzern mit rollenden Hilfsmitteln richtungsbezogen gegensätzliche Bewertungen der Bordsteinkanten ein.

In aufwärts führender Richtung erkannten Langstocknutzer, blind oder sehbehindert, die Bordsteine unabhängig von der Ausformung der Kante i. d. R. sicher (Bild 84). Demgegenüber äußerten insbesondere Rollatornutzer generell Schwierigkeiten, die Bordsteinkanten in Aufwärtsrichtung überwinden zu können. Rollstuhlnutzer zeigten dabei etwas weniger Schwierigkeiten. Letztendlich konnten aber alle Probanden mit rollenden Hilfsmitteln sämtliche Bordsteine überwinden, wenn dies auch teilweise mit erheblichen Anstrengungen verbunden war.

Dabei waren insbesondere bei den Rollatornutzern in Abhängigkeit von der Form der Bordsteinkante teils deutliche Unterschiede in der Bewertung zu erkennen. Die scharfkantige Lösung (B1) schnitt deutlich schlechter ab. Eine besonders schlechte mittlere Bewertung erhielt der Sinusbord (B5) aufgrund seiner steilen Neigung im oberen Bereich (durch Wendepunkt) sowie seiner Einbauhöhe von

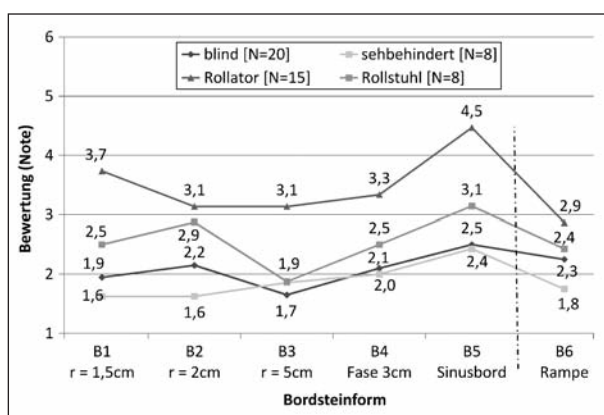


Bild 84: Mittlere Bewertung von Bordsteinformen von Probanden (Menschen mit Behinderung) in Abhängigkeit des genutzten Hilfsmittels (aufwärts führende Richtung)

4 cm. Die Borde B2 bis B4 schnitten nahezu gleich in der mittleren Bewertung ab. In der detaillierten Analyse zeigte sich eine leichte Präferenz von Bord B3 ($r = 5$ cm) gegenüber Bord B2 ($r = 2$ cm, vgl. Histogramme im Anhang D).

In der Abwärtsbewegung hatten blinde und hochgradig sehbehinderte Nutzer gelegentlich Schwierigkeiten, die jeweiligen Kanten sicher zu erkennen, und überliefen diese dann. Der Höhenunterschied wurde in diesen Fällen meistens erst festgestellt, wenn ein Fuß auf der unteren Ebene aufsetzte. Je weniger ausgeprägt (scharfkantiger) die Kante ausgebildet war, desto schlechter wurde die ertastbarkeit zudem von blinden Nutzern bewertet (Bild 85). Demgegenüber stellten sich bei der mittleren Bewertung durch Rollstuhl- und Rollatornutzer in der Abwärtsrichtung nur geringe Unterschiede ein (abgesehen von der Rampe mit grob strukturierter Oberfläche, Element B6). Hinsichtlich des Komforts bei der Überrollung wurden Elemente tendenziell besser bewertet, je ausgeprägter die Rundung der Bordkante war (B1 bis B3) bzw. bei einer Fase (B4).

Als wenig geeignet für den Einbau an Überquerungsstellen für den Fußgängerverkehr stellte sich der Flachbord (Sinusform, B5) heraus. Dieser schnitt bei allen Gruppen über alle Messungen betrachtet vergleichsweise schlecht ab. Dies galt für die ertastbarkeit ebenso wie für die Überrollbarkeit. Die schlechte Bewertung durch die Langstocknutzer wurde in den objektiven Messungen bestätigt (vgl. Kapitel 7.1.3). Die Kraftmessung mit den Rollbrettern zeigte für den Sinusbord allerdings eher positive Eigenschaften. Hier scheint die negative Bewertung in der Geometrie (Wendepunkt durch zwei gegenläufige Sinusbögen und damit ungünsti-

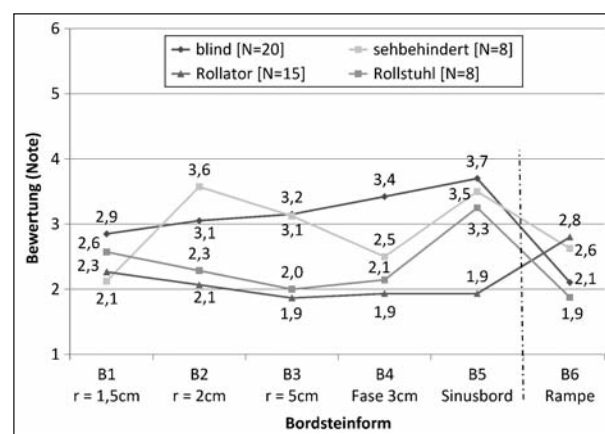


Bild 85: Mittlere Bewertung von Bordsteinformen von Probanden (Menschen mit Behinderung) in Abhängigkeit des genutzten Hilfsmittels (abwärts führende Richtung)

ge Fahrdynamik) sowie der Einbauhöhe von 4 cm begründet zu sein. Der Kraft-Angriffspunkt an den Rollbrettern lag systembedingt günstig. Durch die Hebelwirkung beim aufwärts fahrenden Rollator (Griffe als Krafteinleitungspunkt liegen sehr hoch oben; Hebel bis zum Berührungspunkt am Bordstein) erklärt sich die schlechte Bewertung insbesondere in diese Richtung. Insgesamt recht gut schnitt die Rampe (B6) ab. Sie wurde von Langstocknutzern in beiden Gehrichtungen schnell und sicher erkannt und im Vergleich gut bewertet. Auch von den Rollstuhlnutzern erhielt sie für beide Richtungen gute Noten. Lediglich die Rollatornutzer gaben dieser Lösung abwärts führend eine auffallend schlechte Note. Die Kommentare der Probanden zeigten, dass dies durch die Oberflächenstruktur der Rampe (recht grobe Bodenindikatoren) beeinflusst war. Bei der Rampe handelt es sich um eine Sonderlösung, die auf Grundlage von Erkenntnissen, die im Rahmen des Forschungsvorhabens gewonnen wurden, als Testelement mit Blick auf weiteren Forschungsbedarf getestet wurde (vgl. Kapitel 3). Aufgrund der auf der Rampe verlegten Bodenindikatoren kann nicht mit Sicherheit gesagt werden, welchen Anteil an der Bewertung die Struktur der Bodenindikatoren und welchen Anteil die Rampe als eigenständiges Element haben.

Entscheidend für die Auswahl einer Bordsteinform unter Berücksichtigung der im Tests vertretenen Nutzergruppen ist die Abwägung zwischen

- der Gewährleistung einer relativ sicheren Erkennbarkeit mit dem Langstock durch blinde und stark sehbehinderte Menschen vor allem in abwärts führender Richtung und
- der Gewährleistung einer relativ einfachen Überrollbarkeit vor allem in aufwärts führender Richtung.

Diese Eigenschaften wurden unter Berücksichtigung der gegenteiligen Bewertung in Abhängigkeit der Gehrichtung (aufwärts oder abwärts) am besten durch die Elemente B2 und B3 gewährleistet (vgl. Bild 84 und Bild 85). Eine detaillierte Betrachtung der Bewertungen ergab eine etwas bessere Bewertung für Element B2 ($r = 2$ cm) (vgl. dazu Histogramme im Anhang D). Zudem bietet diese Bordsteinform auch unter Berücksichtigung bautechnischer Aspekte (keine klaffende Fuge) Vorteile.

Grundsätzlich stimmte die tendenzielle Bewertung der Vergleichsgruppen fast vollständig mit der Bewertung der Menschen mit Behinderung im Ver-

gleich der Elemente untereinander überein. Es gab in jeder Gruppe nur jeweils einen offensichtlichen „Aussetzer“, für den keine nachvollziehbare Begründung gefunden werden konnte. Die Vergleichsgruppe bewertete die Überrollbarkeit bzw. Ertastbarkeit aller Elemente insgesamt tendenziell schlechter, als dies die Gruppe der Menschen mit Behinderung getan hatte. Dies kann darin begründet sein, dass die Menschen, die nicht auf ein Hilfsmittel angewiesen sind, einerseits keine Erfahrungen mit den Hilfsmitteln und dem Umgang mit diesen haben. Andererseits könnte es auch sein, dass sie sich besonders in die Situation eines Menschen mit Behinderung an einem Hindernis (Bordstein oder Bodenindikator) hineinversetzt haben. Immerhin drei Fünftel der Personen aus der Vergleichsgruppe berichteten von persönlichen Erfahrungen mit Menschen mit Behinderung.

Die Vergleichsgruppe bestätigte insgesamt somit die Einschätzung der Menschen mit Behinderung bezüglich der Ertastbarkeit oder Überrollbarkeit. Dies erlaubte eine Objektivierung der Bewertungen der Menschen mit Behinderung.

8 Untersuchung von Bodenindikatoren

8.1 Ergebnisse der objektiven Messungen

8.1.1 Erschütterungen beim Überrollen von Bodenindikatoren

Die Erschütterungsmessungen an den Bodenindikatoren wurden mit dem unter Kapitel 6.4.2 beschriebenen Verfahren durchgeführt. Dabei wurde ein Zeitsignal für die Schwingamplitude aufgezeichnet (Bild 86).

Je dichter das Signal und je höher die Amplitude, desto kräftiger sind die am Griff gemessenen Erschütterungen. Das Zeitsignal wurde anschließend in ein Frequenzspektrum umgewandelt. Für jeden Bodenindikator ergab sich ein charakteristisches Frequenzspektrum infolge der Überrollung (vgl. Bild 87 ff.). Anhand der Schwingfrequenz lässt sich in diesem Fall ablesen, wie oft sich eine Schwingung in einer bestimmten Zeit wiederholt. Je weiter rechts eine Spitze liegt, desto häufiger wiederholt sich die Schwingung. Beispielsweise zeigte die Messung einer Rippenplatte (Bild 87) eine solitäre hohe Amplitude. Diese wurde durch die wiederhol-

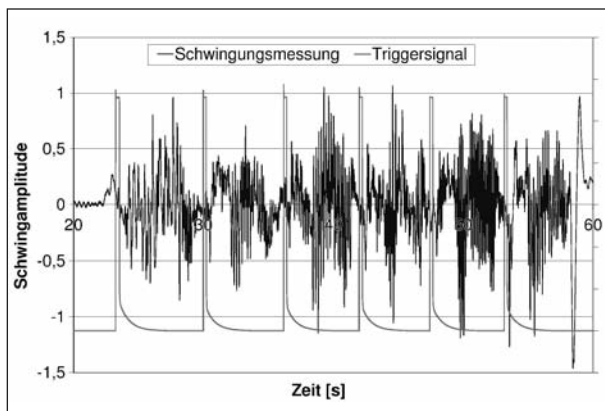


Bild 86: Schwingamplitude des Rollatorgriffes über die Zeit gemessen bei der Überfahrt von Bodenindikatoren (jedes Triggersignal kennzeichnet das Erreichen eines neuen Bodenindikators)

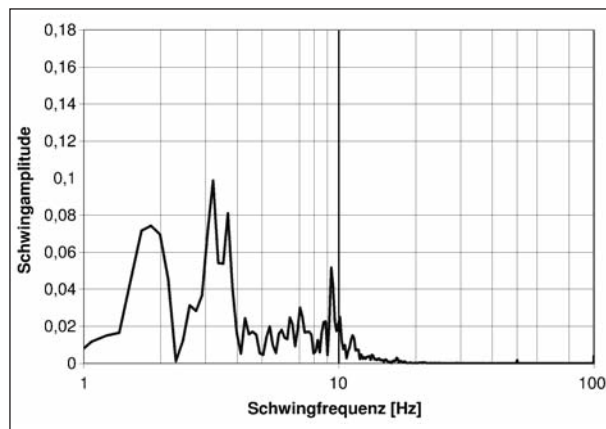


Bild 88: Frequenzspektrum – Beispiel Noppenplatte (Element N3)

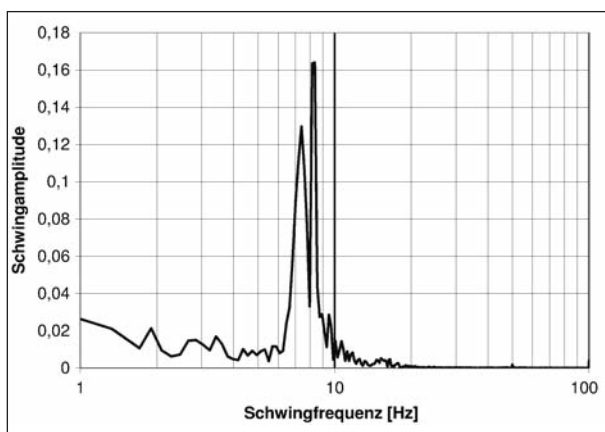


Bild 87: Frequenzspektrum – Beispiel Rippenplatte (Rippenstruktur quer zur Rollrichtung, Element R3)

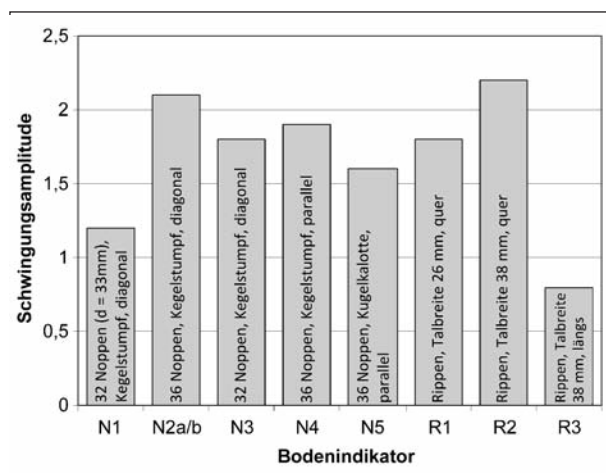


Bild 89: Jeweilige Summe der Schwingamplitude der unterschiedlichen Bodenindikatorstrukturen²⁸

te Überfahrt der Rippen mit immer gleichem Achsabstand erzeugt. Da die Amplitude eine ausgeprägte Spitze hat wird klar, dass die Überfahrt der Rippen relativ betrachtet (z. B. zu Kugelkalotten) einen kräftigeren Impuls am Griff auslöst.

Im Gegensatz dazu zeigt das Frequenzspektrum einer Überfahrt von Noppenplatten (Bild 88, vgl. auch Rippe) keinen ausgeprägte einzelne Spitze, sondern mehrere relativ betrachtet weniger hohe Spitzen. Dies kommt durch die unterschiedlichen Abstände zustande, die sich durch die Anordnung der Noppen ergeben. Durch die regelmäßige Anordnung der Noppen im Winkel von 45° zur Plattenkante und auch betrachtet zur Rollrichtung wiederholen sich bestimmte Abstände aber auch hier immer wieder. Daher ist die Anzahl der Spitzen begrenzt.

Als aussagekräftiger Wert für den Vergleich zwischen den verschiedenen Bodenindikatoren kann

die Summe der Schwingamplitude herangezogen werden (Bild 89). Je größer der Summenwert, desto stärker sind die Erschütterungen am Griff des Rollators. Die stärkste gemessene Rückmeldung im Vergleich der in den Tests verwendeten Bodenindikatoren erzeugte eine Rippe mit 50 mm Achsabstand, wenn sie in Querrichtung überrollt wird. Einen deutlich geringeren Wert erhält man, wenn man eine Rippenplatte mit einem Achsabstand von 38 mm in Längsrichtung überfährt (parallel zu den Rippen).

Die Messergebnisse zeigten teils deutliche Unterschiede sowohl in der Frequenz als auch in der Amplitude. Zunächst erlauben die Werte aber

²⁸ „Längs“ und „quer“ bei den Rippen bezieht sich auf die Verlegerichtung in Bezug zur Senkrechten der Pendelachse des Langstocks. Quer verlegte Rippen wären demnach ein Leitstreifen, dem ein Nutzer folgt.

nur eine vergleichende Betrachtung der Bodenindikatoren zueinander. Eine qualitative Einstufung (z. B. spürbar, kaum spürbar) lässt sich daraus noch nicht ableiten. Hier sind Vergleiche mit den subjektiven Einschätzungen zu treffen (Kapitel 8.2).

8.1.2 Taktilität von Bodenindikatoren beim Langstock

Die Erschütterungsmessungen mit dem Langstock wurden gemäß der Versuchsbeschreibung im Kapitel 6.4.2 durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Stockspitze einen deutlichen Einfluss auf die Erschütterungen (Rückmeldungen) am Griff hat (Bild 90). Die feste Spitze gibt eine deutlich höhere Rückmeldung als die beiden rollenden Spitzen. Bei bestimmten Strukturen (z. B. Rippe quer) war auch beim Versuch bereits zu beobachten, dass der Stock fast an einzelnen Rippen hängen blieb; genau immer dann, wenn er (fast) senkrecht auf die Rippe traf. Dies deckt sich auch mit den Rückmeldungen aus den Tests von Probanden, die einen Stock mit einer festen Spitze nutzen.

Um dieses Verhaken zu vermeiden, bewegen sich Nutzer eines Langstocks mit fester Spitze häufig mit der Tipptechnik fort. Die Unterschiede zwischen den beiden Rollspitzen waren demgegenüber relativ gering.

Die Messergebnisse erlauben zunächst einen Vergleich der Erschütterungen am Griff bei unterschiedlichen Langstockspitzen und unterschiedlichen Bodenindikatoren. Die Einordnung der Messergebnisse in Kategorien (z. B. „sehr gut ertastbar“, „nur mit Konzentration ertastbar“) kann erst im Vergleich mit den subjektiven Bewertungen erfolgen (vgl. Kapitel 8.2).

8.2 Ergebnisse der subjektiven Erhebungen

Die Strecke mit den Bodenindikatoren wurde von allen Teilnehmern – Menschen mit Behinderung und Vergleichsgruppe – mindestens einmal vollständig begangen (zwischen den Begehungen der Bordsteinstrecke). Blinde und sehbehinderte Menschen begingen die Strecke in der Regel zweimal (vgl. Kapitel 6.3).

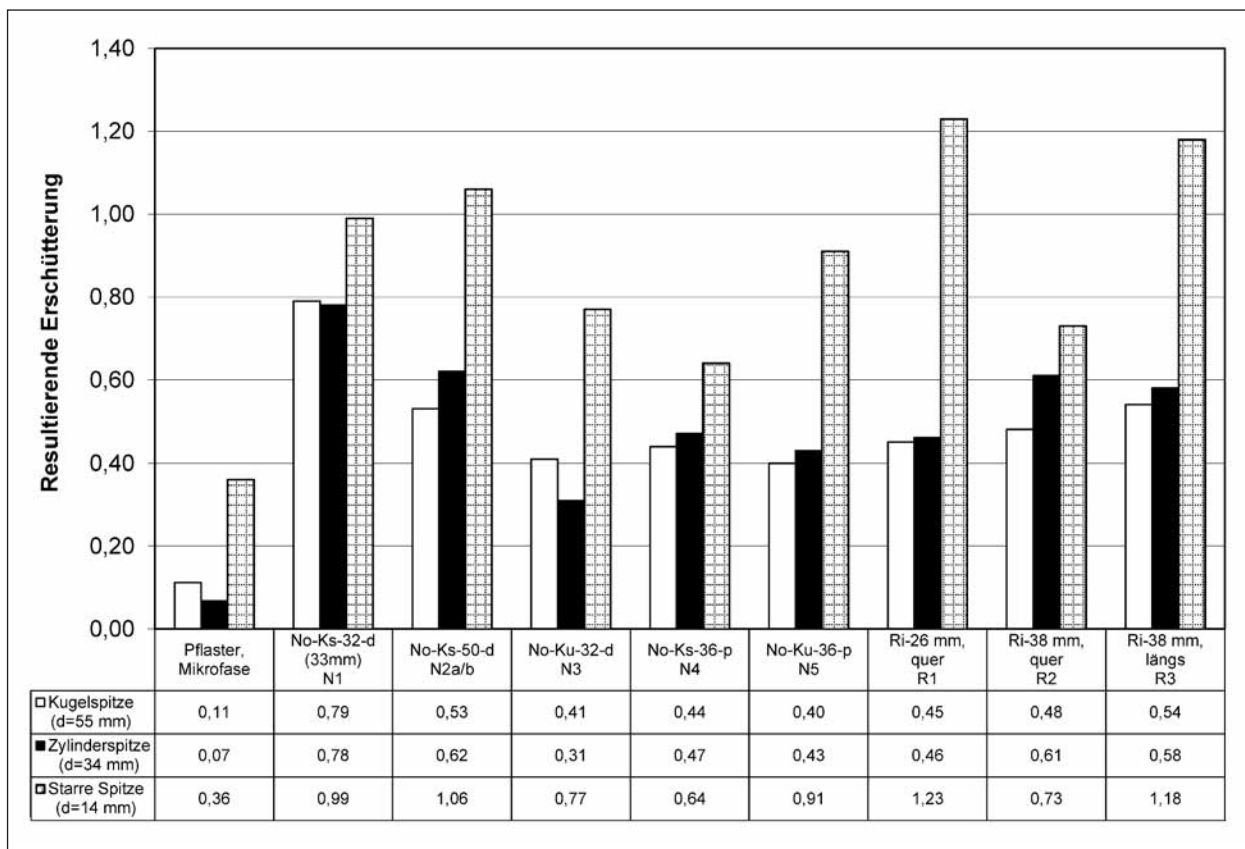


Bild 90: Resultierende Erschütterungen am Langstock durch unterschiedliche Bodenindikatoren in Abhängigkeit der montierten Spitze im Vergleich

8.2.1 Probanden mit Behinderung

In der überwiegenden Anzahl der Fälle hatten die Probanden mit Langstock keine Schwierigkeiten, die Testfelder zu ertasten. Dies lag sicherlich u. a. darin begründet, dass der taktile Kontrast zwischen den Bodenindikatoren und dem umgebenden Pflasterbelag (Betonsteinplatten mit Mikrofase) anforderungsgerecht (fast schon ideal) war. Schwierigkeiten stellten sich vor allem dann ein, wenn der Anlauf auf die Felder nicht gerade erfolgte und von daher nur ein Teil des quadratischen Feldes unter dem Langstock ertastet werden konnte. Bei direktem Anlaufen traten selten Unsicherheiten auf, vor allem wenn die Person sehr zügig unterwegs war oder die Tipptechnik nutzte. Wurde ein Feld mit den Füßen betreten, wurde es spätestens erkannt.

Unsicherheiten gab es bei den Langstocknutzern teils dabei, die Art der Struktur zu erkennen (Noppe oder Rippe). Teilweise wurde die Ertastbarkeit mit Füßen (Podotaktilität)²⁹ herangezogen, um eine Aussage treffen zu können. Aber auch hier gab es noch einige Unsicherheiten bei der Bestimmung der Struktur. Besonders groß war die Unsicherheit bei der Unterscheidung von Rippenstrukturen und orthogonal angeordneten Noppen.

Von den Rollstuhlnutzern und Rollatornutzern wurden sämtliche Bodenindikatoren überrollt, wenn auch bei einigen starke Erschütterungen kritisiert

wurden. Einige Probanden gaben zudem an, dass sie das Überfahren von Bodenindikatoren vermeiden, wenn dadurch keine großen Umwege erforderlich werden.

Die Bewertung des ersten und zweiten Durchgangs wurde auch hier, wie bereits bei den Bordsteinen, lediglich als Kontrollgang gewertet (vgl. Kapitel 6.3). Für die Empfehlungen wurde nur die jeweils erste Messung herangezogen. Der Vergleich der beiden Durchgänge zeigte eine deutliche Übereinstimmung in der Bewertung und kaum Abweichungen – trotz gegenläufiger Begehung (Bild 91). Die Unterschiede in der Bewertung waren nicht signifikant (t-Test, Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$), mit einer Ausnahme bei den orthogonal angeordneten Kegelstumpfnoppen (36 Stück). Dabei kann es sich aber auch um einen statistischen Messfehler handeln. Aufgrund der relativ geringen Anzahl an Probanden waren weitergehende statistische Tests nicht möglich.

Probanden mit Sehbehinderung bewerteten die Ertastbarkeit der einzelnen Bodenindikatorstrukturen tendenziell besser, als dies blinde Nutzer taten (Bild 92). Unter den sehbehinderten Nutzern waren auch Probanden mit einem Sehrest, der es ermöglichte, im näheren Umfeld befindliche Elemente und auch kontrastreich gestaltete Elemente mit dem Auge zuverlässig zu erkennen. Die Probanden waren zwar aufgefordert, die taktile Erkennbarkeit zu benoten. Ein Einfluss der visuellen Eindrücke (z. B. farblicher Kontrast der Platten) kann aber nicht sicher ausgeschlossen werden.

²⁹ Podotaktilität = mit den Füßen zu ertasten.

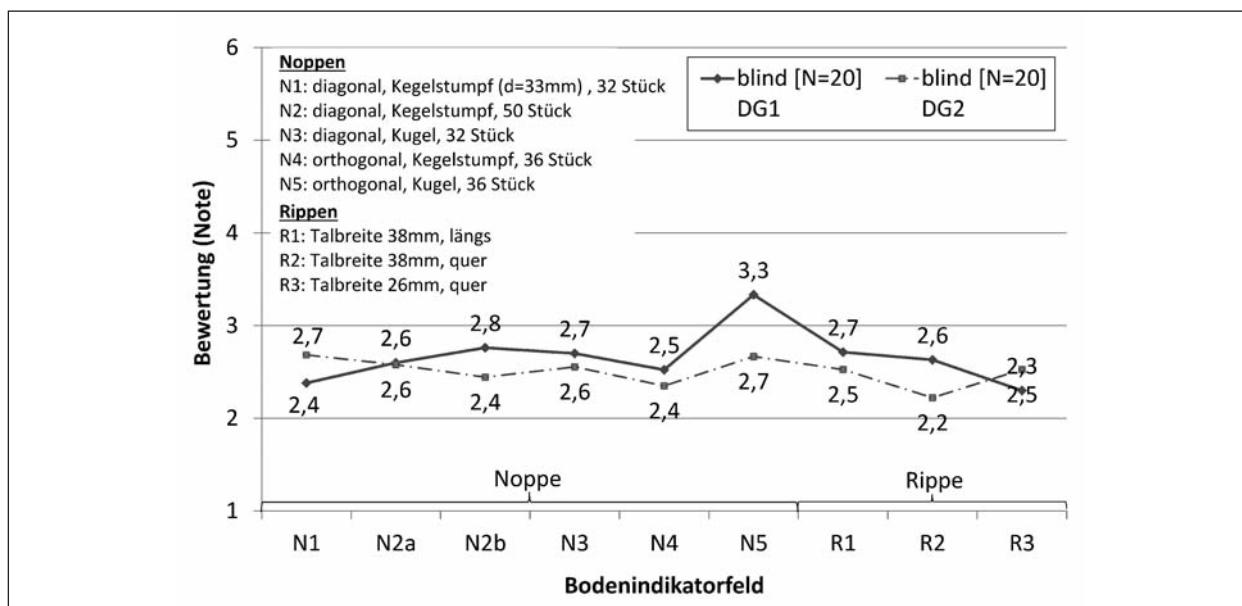


Bild 91: Mittlere Bewertung der ersten (DG1) und zweiten (DG2) Begehung der Bodenindikatoren blinder Probanden im Vergleich

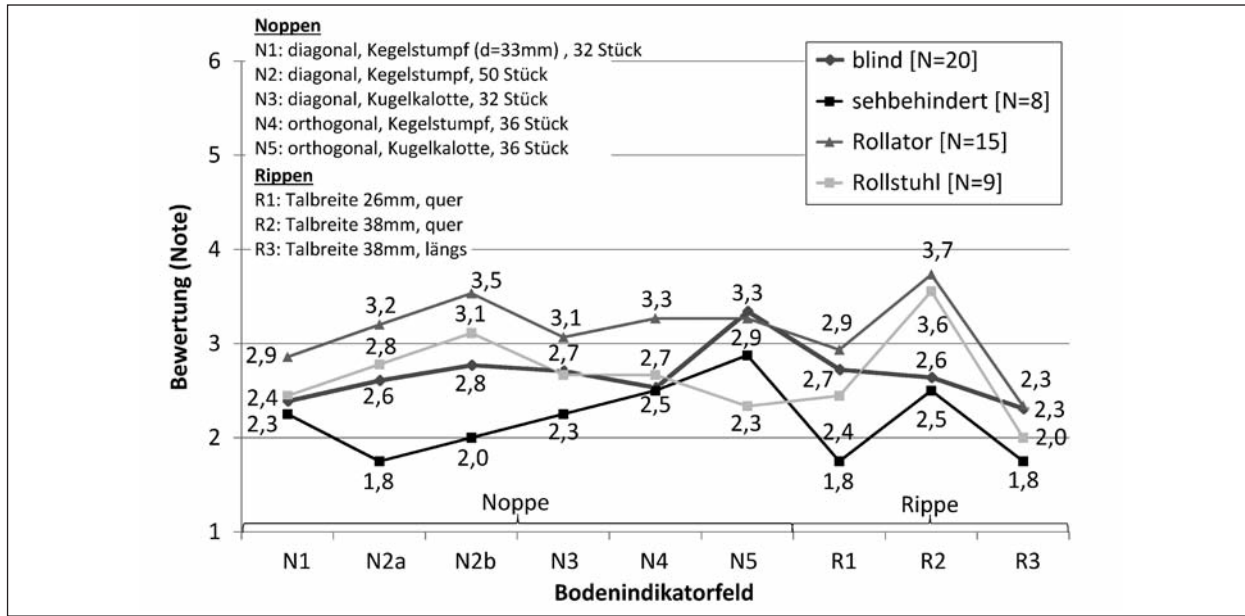


Bild 92: Mittlere Bewertung der Erstattbarkeit bzw. Überrollbarkeit von Bodenindikatoren bei Nutzung unterschiedlicher Hilfsmittel im Vergleich

Feld	Bodenindikator	Genannte Charakteristiken
N1	Noppe, Kegelstumpf, d = 33 mm, diagonal	„Kontrast nicht gut“, „schwache Struktur“, „gut erfühlbar [mit Füßen]“
N2a/ N2b	Noppe, Kegelstumpf, diagonal, 50 Stück	„gute Bremswirkung“, „(zu) starke Stoppwirkung“, „deutlich spürbar“, Stock bleibt hängen, zu anstrengend“
N3	Noppe, Kugel, diagonal, 32 Stück	„schwach spürbar“, „zu wenig strukturiert“, „angenehm und gut mit den Füßen“
N4	Noppe, Kegelstumpf, orthogonal, 36 Stück	„man bleibt (zu) stark hängen“, „kräftig spürbar“, „leicht zu verwechseln [mit Rippe]“
N5	Noppe, Kugel, orthogonal, 36 Stück	„nicht so deutlich“, „schwach spürbar“, „Stock rutscht drüber“
R1	Rippe, Talbreite 26 mm, quer	„starke Stoppwirkung“, „gut erstattbar“
R2	Rippe, Talbreite 38 mm, quer	„starke Stoppwirkung“
R3	Rippe, Talbreite 38 mm, längs	„gut als Leitlinie“, „gute Führungswirkung“

Tab. 48: Qualitative Aussagen zur Erstattbarkeit von Bodenindikatoren durch Langstocknutzer (Auswahl nach Häufigkeit der Nennungen)

Bei den Noppenstrukturen wurden die orthogonal angeordneten Kugelkalotten (N5) von beiden Gruppen mit Langstock mit der im Vergleich schlechtesten Note bewertet. Diese Struktur lag auch bei den objektiven Tests eher am unteren Ende der Skala bezüglich der Erschütterungen bzw. taktilen Rückmeldungen. Auch die qualitativen Kommentare der Probanden korrespondierten mit diesen Bewertungen („nicht so deutlich“, „schwach“ usw.; Tabelle 48). Die Erstattbarkeit der Struktur von Kugelkalotten hatte sich auch bereits in anderen Testreihen als eher schlecht herausgestellt (vgl. Kapitel 4.3). Die beste mittlere Bewertung blinder Nutzer für Noppenstrukturen wurde für die breite Noppe vergeben (N1). Der Blick in die Detailauswertung (Histogramme, Anhang E) bestätigt diese Tendenz. In der qualitativen Bewertung wurden zwar vereinzelt Kommentare über eine zu schwache Rückmeldung am Langstock geäußert. Dafür wurde die Podotaktilität (Erstattbarkeit mit den Füßen) gelobt (Tabelle 48).

Gute Noten bei den Rippenplatten erhielt von allen Gruppen die längs verbaute Rippe mit der größeren Talbreite (38 mm, Achsabstand der Rippen 50 mm; s. auch Anhang E). Bei den objektiven Messungen war diese Struktur diejenige mit der höchsten Schwingungsamplitude (taktile Rückmeldung). Diese Verlegestruktur würde bei einem Leitstreifen Anwendung finden. Die qualitativen Aussagen der Langstocknutzer unterstützen dies. Der Struktur wurde eine gute Führungswirkung und Leitfunktion zugesprochen (Tabelle 49).

Demgegenüber wurden die zur Gehrichtung quer verlegten Rippen (R1, R2) insbesondere von den Probanden mit Rollstuhl oder Rollator schlecht bewertet, da sie starke Erschütterungen bei der Überfahrt hervorriefen. Die Rippe mit der Talbreite 38 mm (Achsabstand 50 mm) schnitt dabei deutlich schlechter ab.

Bei den übrigen Plattenstrukturen zeigten sich eher geringe Unterschiede in den Bewertungen im Vergleich zueinander. Die qualitativen Aussagen boten jedoch relevante Hinweise, die die Richtung für eine Empfehlung aufzeigen können:

- Den beiden quer zur Laufrichtung verlegten Rippenstrukturen (R1, R2, z. B. als „Sperrfeld“) wurde unabhängig vom Achsabstand eine „gute Stoppwirkung“ zugesprochen.
- Noppenstrukturen mit Kugelkalotten (N3, N5) wurden als eher „schwach erkennbar“ eingestuft.

Feld Nr.	Bodenindikator	Kommentare Rollator-/ Rollstuhlnutzer
N1	Noppe, Kegelstumpf, d = 33 mm, diagonal	
N2a/ N2b	Noppe, Kegelstumpf, diagonal, 50 Stück	„starker Schlag“
N3	Noppe, Kugel, diagonal, 32 Stück	
N4	Noppe, Kegelstumpf, orthogonal, 36 Stück	
N5	Noppe, Kugel, orthogonal, 36 Stück	
R1	Rippe, Talbreite 26 mm, quer	
R2	Rippe, Talbreite 38 mm, quer	„total durchgeruckelt“, „Bremsen der Räder“, „durchgeschüttelt“, starke Vibration“
R3	Rippe, Talbreite 38 mm, längs	

Tab. 49: Qualitative Aussagen zur Überrollbarkeit von Bodenindikatoren durch Rollator- und Rollstuhlnutzer

- Bei Noppenplatten mit orthogonaler Anordnung (N4, N5) wurde eine „Verwechslungsgefahr mit Rippenstrukturen“ genannt. Dies wurde besonders bei Kegelstümpfen geäußert. Diese haben eine ähnlich markante Struktur wie Rippenplatten.
- Noppenplatten mit Kegelstümpfen (N2a/b, N4) wurden unabhängig von der Anordnung der Noppen als sehr gut ertastbar beschrieben; teilweise wurde die Rückmeldung mit dem Stock schon als „zu stark“ und „unangenehm“ empfunden (insbesondere von Langstocknutzern mit der „Tipptechnik“).
- Bei den Noppen mit großem Durchmesser (N1) bot sich ein differenziertes Bild bei der ertastbarkeit: Mit dem Stock wurde die ertastbarkeit als „eher schlecht“ charakterisiert. Dafür wurde die Podotaktilität (Wahrnehmbarkeit mit den Füßen) gelobt.

Rollatornutzer bewerteten die Bodenindikatoren durchweg schlechter als Langstocknutzer. Dies ist nicht verwunderlich, denn über 70 % der am Test beteiligten Rollatornutzer bezeichneten Bodenindikatoren als ein Hindernis für ihre Mobilität im Straßenraum. Eine Ausnahme bildete die Rippe mit 50 mm Achsabstand, wenn sie in Längsrichtung befahren wurde. Sie schnitt in dieser Gruppe deutlich besser ab als die übrigen Bodenindikatoren (Bild 92). Rollstuhlnutzer zeigten sich im Vergleich mit den Rollatornutzern unempfindlicher gegenüber den durch die Strukturen verursachten Erschütterungen. Sie bewerteten insgesamt etwas besser (weniger kritisch).

Rippenstrukturen mit großen Talbreiten, die in Querrichtung befahren wurden, erhielten von beiden Gruppen mit rollenden Hilfsmitteln die schlechteste Bewertung. Probanden berichteten von einem „Bremsen der Räder“ und sagten, sie fühlten sich „stark durchgeschüttelt“. Deutlich besser schnitt dagegen die querliegende Rippe mit der kleineren Talbreite (R2) ab.

Bei der Überfahrt von Noppenstrukturen mit einem hohen Besatz an Kegelstümpfen wurde von einigen Rollstuhlnutzern ein „starker Schlag“ vermeldet.

8.2.2 Vergleichsgruppe

Die Bewertungen der ertastbarkeit oder Überrollbarkeit von Bodenindikatoren durch die Vergleichsgruppe bestätigten überwiegend die Einschätzungen durch die Probanden mit Behinderung.

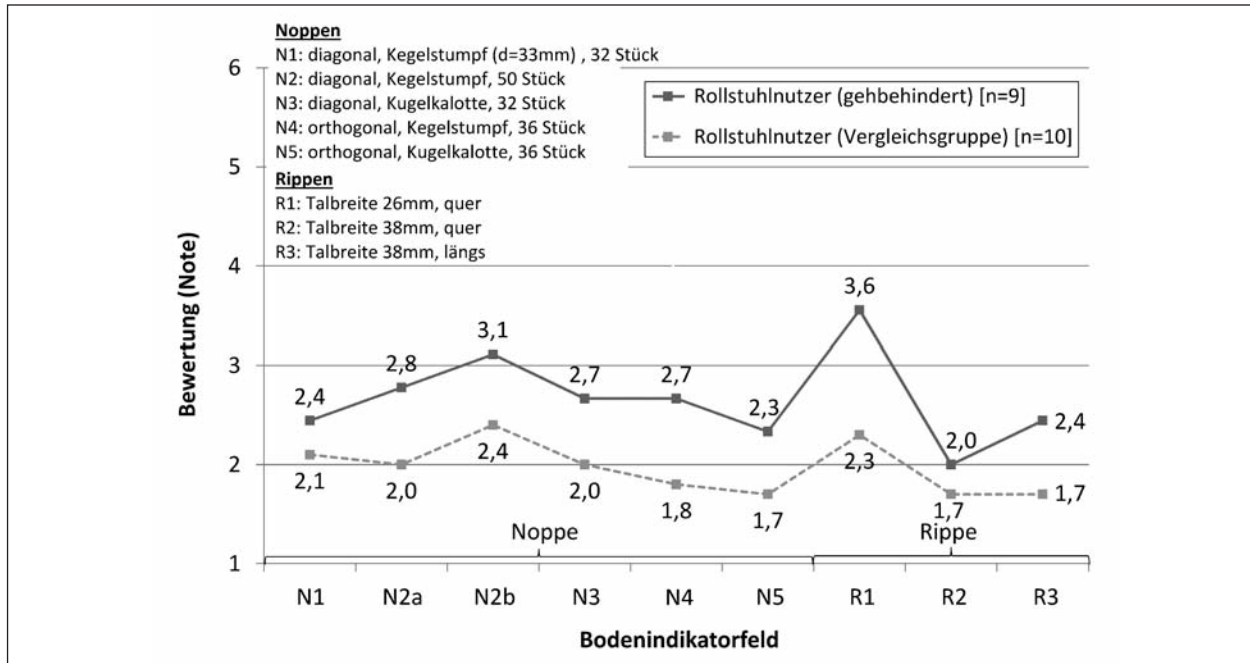


Bild 93: Bewertung der Überrollbarkeit von Bodenindikatoren durch Rollstuhlnutzer im Vergleich (mobilitätseingeschränkte Menschen und Vergleichsgruppe)

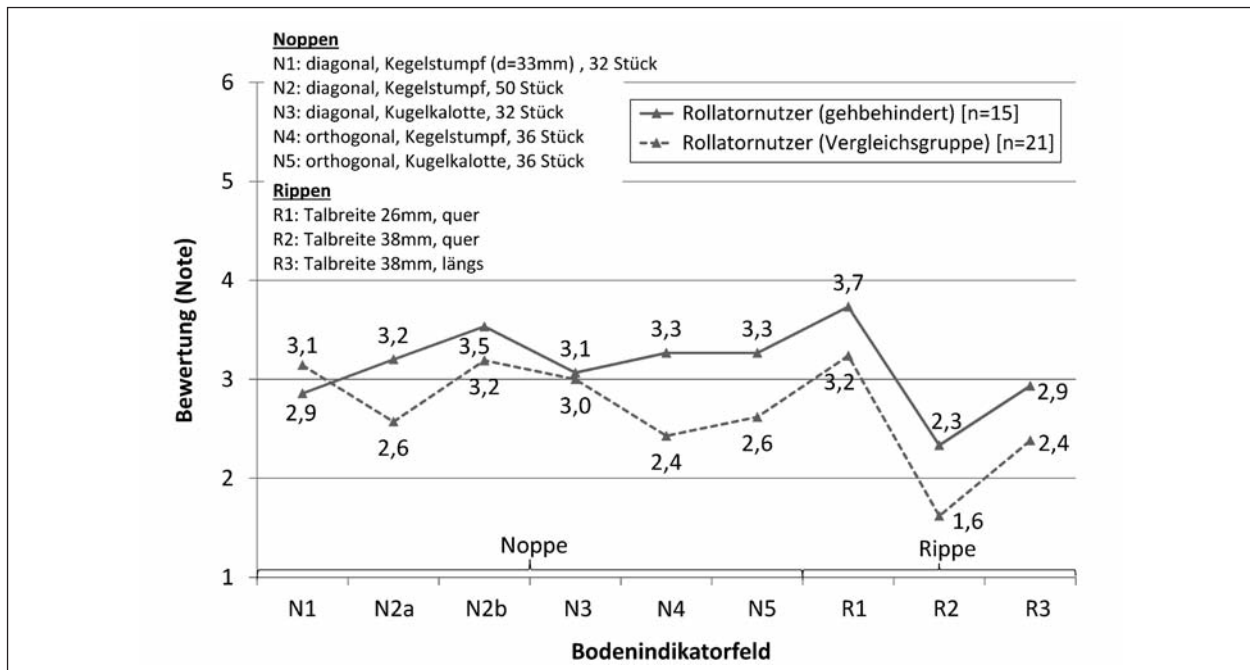


Bild 94: Bewertung der Überrollbarkeit von Bodenindikatoren durch Rollatornutzer im Vergleich (mobilitätseingeschränkte Menschen und Vergleichsgruppe)

Die größte Übereinstimmung gab es bei den Rollstuhlnutzern (Bild 93). Die Kurven verliefen nahezu parallel. Die Vergleichsgruppe bewertete die Erschütterungen durch die Bodenindikatoren allerdings als weniger belastend (bessere Noten), ein Effekt, der in umgekehrter Ausprägung bereits bei den Bordsteinkanten zu beobachten war (Kapitel 7.2.2).

Tendenziell gab es auch größere Übereinstimmung bei der Bewertung durch die Rollatornutzer (Bild 94).

Bei den Langstocknutzern (Bild 95) gab es in der Tendenz allerdings abweichende Bewertungen (Vergleich der Strukturen untereinander) bei einzelnen Strukturen. Dies betraf die Kugelkalotten, die

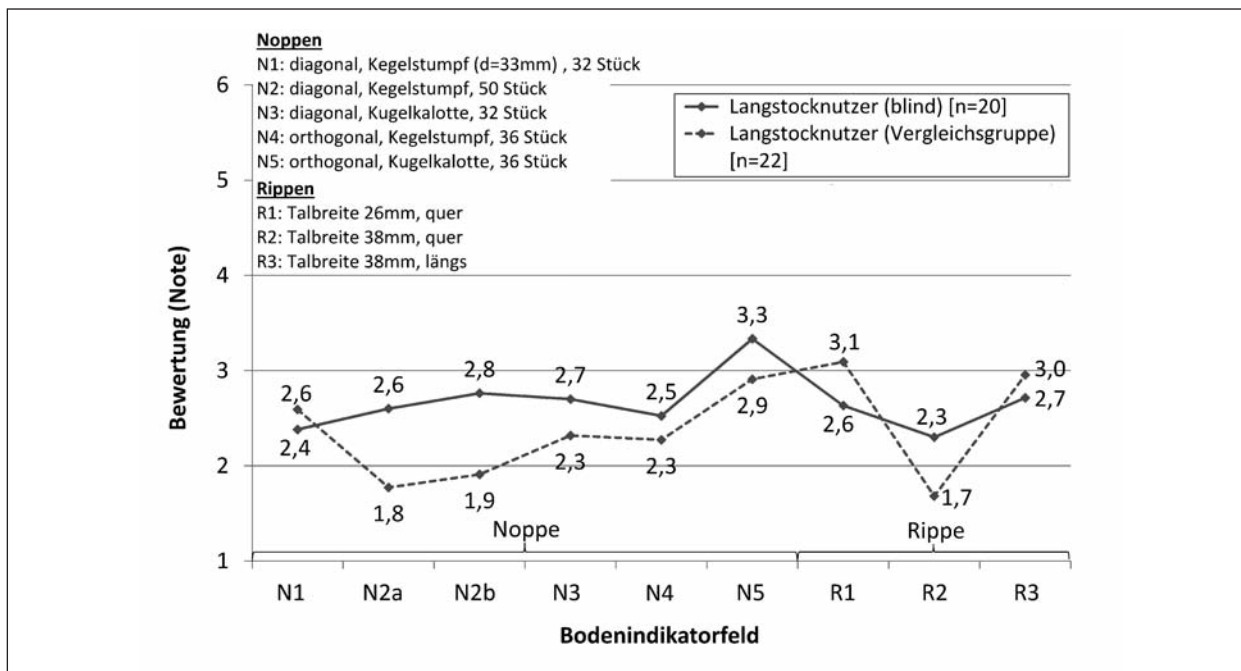


Bild 95: Bewertung der Er tastbarkeit von Bodenindikatoren durch blinde Probanden im Vergleich (blinde Menschen und Vergleichsgruppe)

seitens der Vergleichsgruppe im Vergleich mit den Kegelstümpfen besser bewertet wurden, sowie die Rippen, bei denen der Unterschied zwischen quer- und längsverlegten Rippen von der Vergleichsgruppe mit weniger Abweichung benotet wurde. Die Gründe für diese Abweichungen blieben unklar.

8.3 Zusammenfassung der Ergebnisse Bodenindikatoren

8.3.1 Generelle Funktionalität

Sämtliche Bodenindikatoren wurden von den Probanden überrollt, wenn es auch teils starke Kritik an manchen Strukturen gab. Ebenso wurden in der Regel sämtliche Strukturen von Langstocknutzern sicher mit dem Taststock erkannt, wenn die Probanden sich direkt auf die Felder zubewegten. Durch den glatten Umgebungsbelag ergab sich eine hohe Taktilität der Bodenindikatoren. Einige wenige Probanden bemerkten die Strukturen erst sicher, als sie diese mit den Füßen betraten.

Die unterschiedlichen Strukturen (Unterscheidung zwischen Rippe und Noppe) konnten von den Langstocknutzern teilweise nicht sicher mit dem Stock ermittelt werden. Wurden dann die Füße benutzt, konnte die Struktur teilweise sicher erkannt werden. Diese Beobachtung deckt sich mit den Ergebnissen der Befragung. Zudem wurde von den

Beobachtern erkannt, dass zwischen Rippenstrukturen und orthogonal angeordneten Noppen Verwechslungsgefahr besteht, dies insbesondere, wenn es sich um Kegelstümpfe handelt, da diese wie die Rippen eine markante Struktur aufweisen.

8.3.2 Rippenstrukturen

Das Überrollen von groben Strukturen (Rippen mit breiten Tälern und schmalen Stegen) in Querrichtung wurde von Rollstuhl- und Rollatorbenutzern teils als sehr beschwerlich und unangenehm beschrieben. Aus dieser Gruppe wurde berichtet, dass in einigen Fällen die Überfahrt im Straßenraum vermieden wird, wenn die Umwege nicht zu groß werden. Sind die Talbreiten geringer, nimmt die Akzeptanz dieser Gruppen erheblich zu. Die Überfahrt in Längsrichtung stellte für die Rollator- und Rollstuhlnutzer kein Problem dar. Allerdings erlangt dieser Fall in der Praxis in der Regel nur dann Relevanz, wenn mit dem Hilfsmittel längs eines Leitstreifens gefahren wird. Muss der Leitstreifen gequert werden, stören die groben Strukturen die Überfahrt.

Eine verringerte Taktilität aufgrund der schmalen Talbreiten war nicht festzustellen. Die Stopp-Wirkung von querliegenden Rippen, wie sie z. B. bei Sperrfeldern verwendet werden, wurde von Langstocknutzern auch bei den geringeren Talbreiten als gut bezeichnet.

8.3.3 Noppenstrukturen

Bei Kugelkalotten wurde die Erkennbarkeit aufgrund der schwachen taktilen und podotaktilen Rückmeldungen generell schlechter bewertet, als dies bei Kegelstümpfen der Fall war. Dieser Effekt stellte sich umso ausgeprägter dar, je weniger Noppen auf einer Platte angeordnet waren und je kleiner der Kugeldurchmesser war. Die Überrollbarkeit stellte bei den kleinen Durchmessern ein weniger ausgeprägtes Problem dar.

Sehr breite Kegelstümpfe (N1) ließen sich nach Auskunft der Probanden vergleichsweise gut überrollen. Die Flankenneigung der Kegelstümpfe war aufgrund des größeren Durchmessers geringer als bei Kegelstümpfen mit kleinem Durchmesser. Demgegenüber wurde die taktile Rückmeldung am Stock zwar teils als weniger intensiv beschrieben; die podotaktile Rückmeldung und Begehrbarkeit wurden jedoch von vielen Probanden gelobt und als gut empfunden.

Die Rückmeldungen bei Strukturen mit kleineren Kegelstümpfen (mit steiler Flankenneigung) durch den Langstock wurden sogar von mehreren Langstocknutzern bereits als zu stark und unangenehm eingestuft. Kegelstümpfe wurden zudem hinsichtlich ihrer Überrollbarkeit von den Rollator- und Rollstuhlnutzern häufiger bemängelt.

9 Empfehlungen und Ausblick

9.1 Empfehlungen für die Gestaltung von barrierefreien Überquerungsstellen an Hauptverkehrsstraßen

Das Hauptziel des Forschungsprojektes „Barrierefreie Querungsstellen an Hauptverkehrsstraßen – Ausgestaltung von Bordsteinabsenkungen und Bodenindikatoren im Detail“ bestand darin, eine empirisch fundierte Grundlage für standardisierte Einsatzempfehlungen und Ausführungshinweise bezüglich der Bordsteine und Bodenindikatoren bei Überquerungsstellen an Hauptverkehrsstraßen zu entwickeln. Auf dieser Grundlage werden Detailvorschläge für die Umsetzung dieser Empfehlungen in die technischen Regelwerke formuliert.

9.1.1 Grundlage für die Empfehlungen

Aus zunehmender Kritik behinderter Menschen über die Ausbildung vorhandener Überquerungsstellen und Rückmeldungen der planenden Akteure

(z. B. im Rahmen der Qualifizierung zu Auditoren für Stadtstraßen und Ortsdurchfahrten) ist bekannt, dass vor allem Rollstuhl- und Rollatornutzer sowie blinde und stark sehbehinderte Menschen Nutzungsschwierigkeiten an Überquerungsstellen haben können. Diese können u. U. zu Gefahrensituationen führen. Daher standen Verbesserungsmöglichkeiten für diesen Personenkreis im Fokus der Untersuchungen. Empfohlene Lösungen müssen daneben weitere Kriterien (wie technische Umsetzbarkeit, Wirtschaftlichkeit, Witterungsbeständigkeit, Rutschfestigkeit, Nachhaltigkeit etc.) erfüllen und nach dem Prinzip des „Design für Alle“ den Anforderungen aller Verkehrsteilnehmer an die sichere und funktionale Ausgestaltung entsprechen.

Die Untersuchung der Anforderungen an die visuelle Wahrnehmbarkeit von Borden und Bodenindikatoren war nicht Gegenstand dieses Forschungsprojektes. Die visuelle Wahrnehmbarkeit der Schnittstelle zwischen Gehweg und Fahrbahn ist aber aus Sicherheitsgründen für alle Verkehrsteilnehmer wichtig (Vermeidung von Stolpern). Hier enthalten technische Regelwerke bereits relevante Angaben zur Berücksichtigung der Belange sehbehinderter Menschen (vgl. FGSV 2011, Norm DIN 32984:2011-10 und Norm DIN 32975:2009-11).

Das Forschungskonzept, die Methodik des Projektes und der Umfang der Untersuchungen waren darauf ausgerichtet, aussagekräftige belastbare Ergebnisse für die Gestaltung von Borden und Bodenindikatoren bei Überquerungsstellen an Hauptverkehrsstraßen zu erlangen und anschaulich darzustellen, die konkrete dezidierte Empfehlungen erlauben. Dieses Ziel konnte durch schrittweise Bearbeitung der maßgeblichen Untersuchungskomponenten erreicht werden, insbesondere

- der planvollen Analyse technischer Regelwerke und weiterer Publikationen, national und international (Kapitel 3 und 4),
- einer breit angelegten Befragungsaktion blinder und sehbehinderter Menschen (mit engagierter Unterstützung durch den Deutschen Blinden- und Sehbehindertenverband e. V. – DBSV; Kapitel 5),
- objektiver Tests von Bordsteinkanten und Bodenindikatoren mittels Testautomaten (Kapitel 7 und 8),
- repräsentativer, subjektiver Tests mit zahlreichen behinderten und nicht behinderten Pro-

banden unterschiedlicher Fähigkeiten und Nutzungsschwierigkeiten bei Verwendung verschiedenartiger Hilfsmittel (Kapitel 7 und 8).

Die konsequente Beteiligung behinderter Menschen und ihrer Vertreter, als Befragte und Probanden, Mitwirkende in einem projektbezogenen Fachforum und Workshop und Mitglieder des Betreuungsausschusses, hat sich als richtig, d. h. unverzichtbar, bestätigt. Der Betreuungsausschuss (BA) unter Federführung der BAST bestand aus sachverständigen Vertretern der hier maßgeblichen FGSV-Gremien und vom BKB entsandten Vertretern des VdK und des DBSV. Die Betreuung des Vorhabens durch die BAST und die kontinuierliche Begleitung durch den BA waren wesentlicher Bestandteil der Evaluierung der Untersuchungsmethodik, der erarbeiteten Ergebnisse und schließlich der resultierenden Empfehlungen.

Dies wird auch durch die in diesem Kapitel formulierten Empfehlungen deutlich, die in einem abschließenden Workshop mit Beteiligung von Vertretern sowohl motorisch behinderter Menschen als auch mit den betreffenden Vertretern blinder und stark sehbehinderter Menschen nach ausführlicher Erörterung die Zustimmung aller Teilnehmenden erlangt haben.

Auf dieser Basis können somit dezidierte Empfehlungen gegeben werden.

9.1.2 Grundsätzliche Anmerkungen zur Überquerungsstelle mit einheitlicher Bordhöhe

Zwischen den Anforderungen von Rollstuhl- und Rollatornutzern nach leichter Berollbarkeit von Bordsteinkanten einerseits und den Anforderungen blinder und stark sehbehinderter Menschen nach taktiler Wahrnehmbarkeit mit dem Langstock andererseits besteht ein deutlicher Zielkonflikt. Die Absenkung der Bordsteinkante auf 3 cm gilt seit vielen Jahren als sinnvoller Kompromiss (Bild 96), der auch Niederschlag in den einschlägigen technischen Regelwerken gefunden hat (DIN 18024-1, H BVA etc.). Sie ist die derzeit (2013) einzige regelwerkskonforme und normgerechte Überquerungsstelle mit einheitlicher Bordhöhe. Insbesondere unter Einhaltung der in diesem Forschungsvorhaben festgestellten Bedingungen stellt sie daher – bis zu einer Festlegung über eine andere Form einer für alle Nutzer funktional und sicher nutzbaren Überquerungsstelle – besonders bei beengten

Platzverhältnissen sowie an Überquerungsstellen von Nebenstraßen eine weiterhin gangbare Variante dar. Auch bezüglich der Einbauhöhe wurden die 3 cm anhand von objektiven Messreihen und subjektiven Tests in diesem Forschungsvorhaben noch einmal als geeigneter Kompromiss bestätigt.

Der Vorteil einer Einbauhöhe des Bordsteins von 3 cm im Überquerungsbereich liegt darin, dass die Abgrenzung zwischen Gehweg und Fahrbahn ohne Unterbrechung erhalten ist. Dies erleichtert die Erkennbarkeit des Bordsteins und die Begreifbarkeit der Überquerungsstelle und dient der Führung des fließenden Verkehrs insbesondere im Kurvenbereich sowie der Ableitung des Oberflächenwassers.

Allerdings wurde die Funktionalität der Kompromisslösung für verschiedene Nutzergruppen bisher nicht durch fundierte wissenschaftliche Untersuchungen belegt. Außerdem bestanden unterschiedliche Präferenzen bezüglich des Bordsteinprofils. Bei einer Absenkung auf 3 cm werden unterschiedliche Bordsteinprofile angewandt, z. T. (nahezu) scharfkantig, gefast bzw. abgeschrägt oder mit kleineren oder größeren Ausrundungen der Kante zwischen Anlauf- und Auftrittfläche. Außerdem variiert die Breite (Auftrittstiefe) der Bordsteine zwischen 8 cm und 30 cm.

Die Absenkung auf 3 cm ist heute in der Praxis an Überquerungsstellen – auch von Hauptverkehrsstraßen – weit verbreitet, allerdings auch nicht völlig unumstritten (vgl. Kapitel 1). Um die bei der Bewältigung der niedrigen auf 3 cm abgesenkten Bordsteinkante möglicherweise auftretenden Schwierigkeiten eines Teils der Rollstuhlbenutzer und vor allem der zunehmenden Anzahl der Rollatornutzer abzubauen, wurden an Überquerungsstellen in den letzten Jahren verstärkt Nullabsenkungen hergestellt. Diese sind von Rollstuhl- oder Rollatornutzern mit geringem Kraftaufwand und

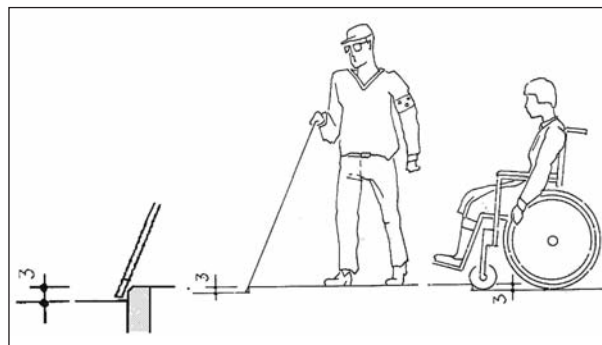


Bild 96: Kompromiss – Absenkung der Bordsteinkante auf 3 cm

ohne besonderes Geschick zu bewältigen. Nullabsenkungen können allerdings die Orientierung blinder und stark sehbehinderter Menschen erschweren und – bei nicht sachgerechter Ausführung – zu Gefahrensituationen führen. Regelkonform sind derzeit (2013) Nullabsenkungen als Bestandteil von Überquerungsstellen mit differenzierter Bordhöhe (Doppelquerung), die mit systemgerechten Orientierungshilfen ausgestattet sind (vgl. z. B. Norm DIN 32984). Mit differenzierten Bordhöhen soll den unterschiedlichen Anforderungen sowohl der motorisch als auch der sensorisch behinderten Verkehrsteilnehmer durch einen jeweils eigenen Teilbereich an einer Überquerungsstelle entsprochen werden. Allerdings bedeutet die Anordnung differenzierter Bordhöhen erhöhten planerischen und baulichen Aufwand und erfordert einen größeren Platzbedarf.

Derartige Überquerungsstellen mit differenzierten Bordhöhen standen nicht im Fokus dieser Untersuchung. Die Ergebnisse der Untersuchung von Bodenindikatoren im Rahmen dieses Vorhabens betreffen jedoch die i. d. R. an einer Überquerungsstelle mit differenzierten Bordhöhen eingebauten Leit- und Orientierungssysteme (Auffindestreifen, Richtungsfeld und Sperrfeld).

9.1.3 Empfehlungen zur Ausgestaltung der Bordsteinkante an Überquerungsstellen

Mit der Bordsteinabsenkung auf 3 cm lassen sich die unterschiedlichen Anforderungen von Rollstuhl- und Rollatornutzern einerseits sowie blinden und stark sehbehinderten Menschen andererseits nicht optimal erfüllen (vgl. auch Kapitel 9.1.2).

Die Einbauhöhe von 3 cm Höhe über Oberkante der Fahrbahn stellte sich aber für Überquerungsstellen mit einheitlicher Bordhöhe als ein weiterhin brauchbarer Kompromiss dar, wenn folgende Bedingungen (genau) eingehalten werden:

- Die Kante des Bordsteins sollte mit einer Ausrundung von $r = 20$ mm ausgebildet werden. Borde mit diesem Rundungsmaß gehören bereits zu den derzeit häufig verwendeten standardisierten Bordsteinformen (Bild 97). Dies gilt auch für die Übergangsteine vom abgesenkten Bereich auf die Hochborde.
- Die Ausrundung der Bordkante mit $r = 20$ mm ermöglicht dazu bei einer Einbauhöhe von 3 cm eine bautechnisch einwandfreie Lösung (keine



Bild 97: Bordstein mit einer Ausrundung von $r = 2$ cm und einer Einbauhöhe von 3 cm

klaffende Fuge zwischen Bordstein und Rinne). Der Bordstein verfügt zudem noch über einen senkrechten Anlauf von 1 cm Höhe, wodurch die Erkennbarkeit mit dem Langstock verbessert wird.

- Bei Hauptverkehrsstraßen sind an Überquerungsstellen bei einer Einbauhöhe des Bordsteins von 3 cm geeignete Orientierungshilfen empfehlenswert. Dies ermöglicht ein frühzeitiges Erkennen der Überquerungsstelle mit dem Langstock und verringert die Gefahr des Überlaufens durch Langstocknutzer in Abwärtsrichtung.
- Die genaue Einhaltung der Einbauhöhe von 3 cm im abgesenkten Bereich ist sehr wichtig (keine Unter- oder Überschreitung). Hilfreich kann beispielsweise ein Einbauhinweis sein, z. B. eine Strichmarkierung am Bordsteinelement, welche die Einbauhöhe (Bezug zur späteren Rinne) markiert (vgl. auch Kapitel 9.3.3).
- Angaben über die erforderlichen Bordhöhen von Überquerungsstellen mit differenzierten Bordhöhen enthalten die technischen Regelwerke (H BVA, E-DIN 18040-3).

9.1.4 Empfehlungen zur Ausbildung der Bodenindikatoren an Überquerungsstellen

Die Untersuchungen haben bestätigt, dass Bodenindikatoren bei Ausbildung im Sinne der DIN 32984, Ausgabe 2011 insgesamt gut taktil mit dem Langstock, z. T. auch mit den Füßen, wahrnehmbar sind (vgl. Norm DIN 32984:2011-10).

Im Straßenraum müssen auch die angrenzenden Oberflächenbeläge die in den technischen Regelwerken angegebenen Anforderungen erfüllen, um den notwendigen taktilen Kontrast für eine sichere Erkennbarkeit mit dem Langstock herzustellen. Sicherheitsrelevant unter Berücksichtigung von erforderlichen Anhaltedistanzen (s. Kapitel 4.2.4) ist auch ein ausreichender Abstand in Laufrichtung zwischen Beginn des Bodenindikatorfeldes und dem Fahrbahnrand, d. h. einschließlich der Tiefe des Bordsteins.

Damit Bodenindikatoren mit dem Langstock und den Füßen gut wahrzunehmen sind, sollten die Oberflächen gemäß DIN 32984 (Ausgabe 2011) gewählt und mit ihrer Basis bündig zur umgebenden Oberfläche eingebaut werden (erhaben). Da Bodenindikatoren im öffentlichen Raum in zunehmender Zahl eingesetzt werden, ist gleichfalls auf die Überrollbarkeit zu achten.

Kenntnisse über Funktion und Nutzung der verschiedenen Bodenindikatoren bedürfen in der betreffenden Zielgruppe der blinden und sehbehinderten Menschen der Verbreiterung und Vertiefung (s. Kapitel 9.3.1). Umso wichtiger ist es, dass möglichst einfache, leicht begreifbare Lösungen gewählt werden. Dies erleichtert auch die Arbeit von Planern und hilft dabei, Fehler in der Bauausführung zu vermeiden (z. B. Abweichen von der vorgeschriebenen Verlegerichtung).

Die aus den Untersuchungsergebnissen abzuleitenden Empfehlungen zur Ausführung von Bodenindikatoren an Überquerungsstellen lauten:

- Nutzergerecht sind einfache, leicht wahrnehmbare, begreifbare sowie merkbare Lösungen.
- Insgesamt sind nur wenige verschiedene leicht unterscheidbare Elemente zu verwenden.
- Noppenstrukturen mit orthogonaler Anordnung sind wegen der Verwechslungsgefahr mit Rippenstrukturen zu vermeiden.
- Kegelstümpfe mit größerem Durchmesser (und somit flacher geneigten Flanken, Bild 98) und Abmessungen im oberen Bereich der Orientierungswerte der DIN 32984 bieten einen guten Kompromiss zwischen ertastbarkeit mit dem Langstock und den Füßen sowie der Überrollbarkeit.³⁰ Sie sind daher an Überquerungsstellen insbesondere für Auffindestreifen im Gehweg zu empfehlen.



Bild 98: Im Test verwendete Kegelstümpfe mit großem Durchmesser (Foto: Boenke)

- Bodenindikatoren mit Warnfunktion erfordern eine hohe Taktilität (starke „Rückmeldung“). Für diesen Zweck besonders geeignet sind z. B. Bodenindikatoren mit einer hohen Anzahl diagonal angeordneter Noppen, die als Kegelstumpf ausgebildet sind (innerhalb des Maßspektrums der DIN 32984 (Norm DIN 32984:2011-10).
- Für Sperrfelder mit Rippenstruktur und Anordnung der Rippen quer zur Laufrichtung, wie sie beispielsweise im Bereich der Nullabsenkung an differenzierten Überquerungsstellen eingebaut werden, bieten Rippen mit Abmessungen im unteren Bereich der Orientierungswerte gemäß DIN 32984 eine gute Stoppfunktion. Dabei zeigen sie sich ohne besondere Erschwernis überrollbar.

Für Bodenindikatoren, die eine Leitfunktion erfüllen sollen, sind Rippen mit Anordnung der längsführenden Struktur in Laufrichtung prädestiniert. Im Sinne einer Vereinfachung (Begreifbarkeit für Nutzer, Planer und Bauausführende) wird daher empfohlen, zukünftig für Rippenstrukturen nur eine Struktur – sowohl für in Laufrichtung querliegende als auch längsliegende Rippen – zu verwenden. Rippenstrukturen mit Abmessungen im unteren Bereich der Orientierungswerte gemäß DIN 32984 (Norm DIN 32984:2011-10) erfüllten die gegensätzlichen

³⁰ In den Versuchen wurden beispielsweise Noppen mit einem Durchmesser $d = 33$ mm in Messebene eingesetzt (vgl. Tabelle 41). Eine derartige Noppenstruktur wurde bereits in einem Bemusterungsversuch in Köln als guter Kompromiss und für alle Nutzer geeignet identifiziert (vgl. Kapitel 4.1.6).

Anforderungen der verschiedenen Nutzergruppen bezüglich Taktilität und Überrollbarkeit am besten.³¹

9.2 Weiterer Forschungsbedarf

Aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse – und anknüpfend an z. T. außerhalb von Deutschland praktizierte Varianten – werden Chancen zu weiteren Optimierungsmöglichkeiten gesehen. Insbesondere sollte die Möglichkeit einer kombinierten Überquerungsstelle, ausgebildet als Rampe in Kombination mit Bodenindikatoren, detailliert untersucht werden. Diese Variante hat in den Praxistests ein hohes Potenzial gezeigt, eine kombinierte Überquerungsstelle im Sinne aller Nutzer weiterzuentwickeln (s. Kapitel 7.2). Die grundsätzliche Eignung unter deutschen Rahmenbedingungen (u. a. Praxistauglichkeit unter hiesigen Witterungsverhältnissen) sowie unterschiedliche Ausführungsoptionen (Neigung, Material, Oberflächenstruktur, Tiefe, Breite etc.) wurden bisher nicht untersucht.

Es wird daher eine Untersuchung von kombinierten Überquerungsstellen in Form einer Rampe in Kombination mit Bodenindikatoren empfohlen. Eine nachweislich geeignete Rampenlösung könnte ggf. zu einer Vereinfachung standardisierter Bauweisen führen. Dabei sind folgende Eckpunkte bei der Untersuchung zu betrachten:

- Der Aufgabenschwerpunkt besteht darin zu ermitteln, wie die Rampe auszubilden ist (Neigung, Material, Breite, Tiefe, Oberflächenstruktur – u. U. abweichend von Bodenindikatoren gemäß DIN 32984:2011-10 – Abmessungen der strukturierten Oberfläche).
- Außerdem ist zu untersuchen, wie in diesem Fall das zugehörige Leit- und Orientierungssystem bei Überquerungsstellen ausgebildet sein sollte.

Die Weiterentwicklung von Bodenindikatoren könnte dazu führen, die taktile und akustische Wahrnehmbarkeit für blinde und sehbehinderte Menschen zu verbessern. Dabei muss eine leichte

Überrollbarkeit für Rollator- und Rollstuhlnutzer gewahrt bleiben. Insbesondere Bodenindikatoren aus elastischem Material haben sich bisher als wenig beständig bei einer Anwendung im Außenbereich gezeigt (vgl. Kapitel 3.2.2).

Weiterer Forschungsbedarf ergibt sich auch bei bereits für einen Einsatz an Überquerungsstellen angebotenen Sonderborden. Diese stoßen bei den verschiedenen Benutzergruppen z. T. auf unterschiedliche Akzeptanz, es fehlen aber bisher systematische Analysen auf wissenschaftlicher Basis.

Ebenfalls noch nicht detailliert untersucht wurde die Überquerungsstelle mit differenzierten Bordhöhen in ihrer gesamten Komplexität. Diesbezüglich offene Fragen aus wissenschaftlicher Sicht sind z. B. die Mindesttiefe von Sperrfeldern vor der Nullabsenkung, die Mindesttiefe von Auffindestreifen, die Breite des auf Fahrbahnniveau abgesenkten Bereichs sowie der erhöhte bauliche und finanzielle Aufwand, der durch die Anordnung zweier Teilbereiche an der Überquerungsstelle entsteht.

9.3 Weitergehende Empfehlungen

9.3.1 Orientierungs- und Mobilitätstraining

Im Vordergrund dieses Projektes standen Probleme und Lösungsmöglichkeiten zur Verbesserung der Infrastruktur. Damit Menschen mit Mobilitätsbeeinträchtigung (weitgehend barrierefrei gestaltete) öffentliche Verkehrsanlagen sicher, ohne besondere Erschwernisse und ohne personelle Assistenz nutzen können, bedarf es weiterer Maßnahmen, insbesondere – in Abhängigkeit von der Art der Mobilitätsbeeinträchtigung und individuellen Fähigkeiten – des Einsatzes geeigneter Hilfsmittel und eines angemessenen und konsequenten Mobilitätstrainings. Notwendig sind dafür wesentliche Verbesserungen in Bezug auf Organisation, Finanzierung und Öffentlichkeitsarbeit:

- Für Rollator- und Rollstuhlnutzer muss eine umfassende Beratung, die bisher noch eine Ausnahme darstellt, zur Regel werden. Diese sollte sich auch auf Auswahl, Ausstattung und Einstellung des Rollators bzw. des Rollstuhls erstrecken.
- Ein Schwerpunkt des Mobilitätstrainings für Nutzer von Rollatoren und Rollstühlen sollte die sichere Teilnahme am Straßenverkehr bilden. Bei Wechsel des Hilfsmittels ist eine Wiederholung des Trainings angebracht.

³¹ Bei den Tests im Rahmen dieses FE-Vorhabens wurden beispielsweise Rippenplatten mit einem Abstand der Rippen in Messebene von 26 mm und einer Rippenbreite von 10 mm verwendet.

- Für blinde und stark sehbehinderte Menschen ist ein intensives Orientierungs- und Mobilitätstraining (O&M-Training) mit ausgebildeten Lehrern unerlässlich, damit sie sich ohne Assistenz sicher im (weitgehend barrierefrei gestalteten) öffentlichen Verkehrsraum bewegen können:
 - Bestandteil des O&M-Trainings sollte ein Modul über Funktion und Nutzung von Bodenindikatoren sein (regelkonforme Ausführung und Anwendung in der Praxis).
 - Das O&M-Training sollte jeweils im Abstand von höchstens 5 Jahren (und z. B. bei Wohnungswechsel oder neuem Arbeitsplatz) wiederholt werden.

9.3.2 Weiterentwicklung und Verbesserung von Rollatoren und Rollstühlen

Im Rahmen der Bearbeitung des Projektes wurde in wesentlichen Punkten Weiterentwicklungs- und Innovationsbedarf festgestellt. Insbesondere betrifft dies die Weiterentwicklung und Verbesserung von Rollatoren und Rollstühlen.

Ein Aufgabenschwerpunkt ist hier die vereinfachte Bewältigung kleiner Stufen. Vorrichtungen dafür, z. B. Ankipphilfen, sind z. T. bereits bei einigen Modellen vorhanden bzw. als Zusatzausstattung lieferbar, allerdings noch überwiegend verbesserungswürdig.

Für die sichere und einfachere Nutzung von Rollatoren ergeben sich weitere Forderungen hinsichtlich

- der Verbesserung/Erleichterung des Bremsvorgangs (vordringlich),
- einer vereinfachten Bewältigung von Rampen- neigungen,
- der Ausstattung mit größeren Rädern, entsprechend den Anforderungen im (weitgehend barrierefreien) öffentlichen Verkehrsraum.

Außerdem sollte angestrebt werden, Möglichkeiten akustischer Wahrnehmung bei bzw. vor Betreten des Bordsteins bzw. Übertreten der Bordsteinkante verstärkt zu nutzen. Derartige Möglichkeiten akustischer Orientierung werden bereits bei Auffindesignalen und akustischen Freigabesignalen von Lichtsignalanlagen genutzt.

9.3.3 Weiterentwicklung von Bordsteinkanten

Die Weiterentwicklung von Bordsteinkanten bezüglich einer einfacheren und beständigen Einhaltung von Einbauhöhen könnte Verbesserungen bringen. Dies könnte z. B. durch ein Bauelement „Bordstein mit integrierter Rinne“ und einer Bordkante mit einer Ausrundung von $r = 2$ cm sowie einer Auftrittshöhe von 3 cm gewährleistet werden.

Auch Bordsteinkanten mit innovativen Eigenschaften, z. B. erhöhter akustischer Wahrnehmbarkeit, könnten weitere Verbesserungen bringen. Dazu sind folgende Entwicklungsaufgaben erforderlich:

- Prüfung der Einsatzmöglichkeiten zunächst als Ergänzung und Verbesserung der taktilen Wahrnehmbarkeit durch zusätzliche Akustik bei niedrigen Bordsteinkanten (z. B. bei Einbauhöhe 3 cm bei Überquerungsstellen mit einheitlicher Bordhöhe oder 0 cm bei Überquerungsstellen mit differenzierten Bordhöhen).
- Untersuchung unterschiedlicher Materialien/ Systeme (z. B. analog Hohlblock-Bodenindikatoren, Metall o. Ä.).
- Darstellung der Wirkung in Abhängigkeit unterschiedlicher Langstockspitzen.
- Ggf. zielgerichtete Entwicklung einer Langstockspitze zur Optimierung der akustischen Gesamtwirkung.

9.3.4 Verbesserung der Erkennbarkeit von Bodenindikatoren

Die Erkennbarkeit von Bodenindikatoren kann verbessert werden (vgl. Norm DIN 32984:2011-10, S. 13)

- durch zusätzliche akustische Eigenschaften (z. B. Hohlblocksteine) oder
- Verwendung elastischen Materials.

Insbesondere bisher verwendete elastische Materiale haben sich bisher allerdings als nicht ausreichend beständig für die Verwendung im Außenbereich gezeigt (vgl. Kapitel 3.2.2). Daher besteht weiterer Forschungsbedarf (s. dazu Kapitel 9.2).

9.3.5 Fachgerechte Gesamtplanung und Ausführung

Es bedarf fachgerechter Gesamtplanung und Bauausführung, um die sichere anforderungsgerechte

Nutzbarkeit von Überquerungsstellen an Hauptverkehrsstraßen für alle Verkehrsteilnehmer, einschließlich sensorisch oder motorisch behinderter Menschen, zu gewährleisten. Dabei sollten stets die aktuellen Regelwerke beachtet werden, zumal neue Erkenntnisse aus Forschung und Praxis – auch bezüglich der Barrierefreiheit von Verkehrsanlagen – eine kontinuierliche Anpassung der relevanten Technischen Regeln verlangen (s. Kapitel 9.4). Für die Gesamt- und Detailplanung sowie die Umsetzung (Bauleitung) sind fundiertes planerisches Fachwissen und hinreichende Praxiserfahrungen erforderlich. Es empfiehlt sich, an der Auswahl, Planung und Kontrolle von Maßnahmen der barrierefreien Gestaltung Vertreter der Belange behinderter Menschen zu beteiligen.

Neben den konkreten Empfehlungen zur Ausbildung der Bordsteinkante (vgl. Kapitel 9.1.3) und zur Auswahl von Bodenindikatoren (vgl. Kapitel 9.1.4) sollten folgende Faktoren besondere Beachtung finden:

- Anbindung/Einbindung der Überquerungsstellen an/in ein möglichst weitgehend barrierefreies Wegenetz (vgl. FGSV 2011, S. 25 f.).
- Anordnung von Überquerungsstellen in bedarfsgerechten Abständen (zur Vermeidung von Umwegen, insbesondere für distanzempfindliche gehbehinderte Personen, Rollstuhl- und Rollatorbenutzer).
- Visuell kontrastreiche Markierung von Bordkanten und Hindernissen (insbesondere zur Erfüllung der Anforderungen sehbehinderter Menschen).
- Bei Überquerungsstellen mit differenzierter Bordhöhe Anordnung des auf Fahrbahnniveau abgesenkten Bords auf der kreuzungszugewandten Seite; Anordnung des erhöhten Bordes entsprechend auf der kreuzungsabgewandten Seite (vgl. FGSV 2011, S. 50 f.).
- Vermeidung von Entwässerungsschächten, Rinnen, Unebenheiten und stark strukturierter Beläge im Überquerungsstellenbereich. Dies gilt insbesondere dann, wenn diese die Einhaltung von Genauigkeitsanforderungen bei Bordsteinhöhen, die Überrollbarkeit mit Rollstuhl und Rollator oder die taktile und visuelle Wahrnehmbarkeit von Bodenindikatoren und Bordsteinkanten beeinträchtigen.
- Möglichst rechtwinklige Anordnung der Überquerungsstelle zur Fahrbahnachse (um kurze

Überquerungswege/geringe Überquerungszeiten zu erreichen).

- Fachlich korrekte Verlegung der betreffenden Bodenelemente (insbesondere Beachtung der Verlegerichtung, vgl. Kapitel 4.4).
- Anordnung von ausreichend breiten Begleitstreifen (gemäß DIN 32984), sofern der taktile oder visuelle Kontrast zwischen Bodenindikator und Umgebungsbelag nicht ausreicht.
- Bei Ausbildung einer Überquerungsstelle mit 3-cm-Bordkante:
 - Ausführung von Entwässerungsrinnen möglichst ohne Kante zur Fahrbahndecke im Oberbau.
 - Gewährleistung einer möglichst exakten Einbauhöhe des Bordsteins sowie einer hohen Lagestabilität.

9.4 Empfehlungen zur Fortschreibung der technischen Regelwerke

In die Fortschreibung der Norm DIN 32984:2011-10 „Bodenindikatoren im öffentlichen Raum“ sollten die grundlegenden und detaillierteren Empfehlungen aus diesem Forschungsvorhaben einfließen.

Es wurden durch den Forschungsnehmer mit Zustimmung des Auftraggebers konkrete Änderungsvorschläge im Rahmen des Einspruchsverfahrens zur E DIN 18040-3:2013-05 „Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen – Teil 3: Öffentlicher Verkehrs- und Freiraum“ unterbreitet. Dies betrifft Angaben zur Konkretisierung der Ausformung der Bordsteinkante bei Überquerungsstellen mit einheitlicher Einbauhöhe des Bordsteins (3 cm) gemäß Kapitel 9.1.3 sowie allgemeine Hinweise und konkrete Aussagen zur Auswahl und zum Einsatz von Bodenindikatoren gemäß Kapitel 9.1.4.

Die H BVA werden derzeit unter dem Arbeitstitel „Empfehlungen für barrierefreie Verkehrsanlagen“ (E BVA) zu einem FGSV-Regelwerk der Kategorie R2 weiterentwickelt. Sie bauen auf den H BVA (Ausgabe 2011) auf. Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens werden in das Verfahren eingebracht.

Bei einer Überarbeitung der Richtlinien für Stadtstraßen (RASt 06) sollten die in diesem Vorhaben

gewonnenen Erkenntnisse ebenfalls Berücksichtigung finden, um auch in den Regelwerken der FGSV eine einheitliche Philosophie zu vertreten. Dies bezieht sich sowohl auf die Empfehlungen zur Ausrundung der Bordsteinkante ($r = 2 \text{ cm}$) bei einer Einbauhöhe von 3 cm als auch auf die Empfehlungen zu Bodenindikatoren an Überquerungsstellen.

9.5 Resümee

Die Bedeutung des Forschungsprojektes liegt vor allem in der Formulierung konkreter Empfehlungen zur Ausgestaltung von Bordsteinabsenkungen und Bodenindikatoren an Überquerungsstellen von Hauptverkehrsstraßen aufgrund systematischer nach wissenschaftlicher Methodik durchgeführter Untersuchungen.

Außerdem hat die Analyse technischer Regelwerke und weiterer Publikationen, insbesondere auch internationaler Veröffentlichungen, einen aktuellen Überblick über unterschiedliche Lösungsansätze und Detailgestaltungen zur vorliegenden Thematik erbracht. Die grundlegenden Tendenzen und Details sind z. T. auch über das konkrete Forschungsziel hinaus von Interesse, zumal bisher eine entsprechende umfassende Darstellung fehlte.

Ferner hat die Befragung blinder und sehbehinderter Menschen, die in diesem Projekt erstmals in dieser großen Breite erfolgte, z. T. punktuell vorliegende Erfahrungen quantitativ belegt und vervollständigt, aber auch neue Erkenntnisse für Forschung und Praxis gewonnen.

Projektkonzeption, Methodik und Ergebnisse sind darüber hinaus geeignet, Anstoß und Muster für weitere zielgerichtete Forschungen zur barrierefreien Gestaltung des öffentlichen Verkehrsraums zu liefern. Beispielhaft kann hier die intensive Einbeziehung von behinderten Menschen und ihrer Vertreter, (u. a.) durch Beteiligung im Rahmen des Begleitprojektes des Bundeskompetenz-zentrums Barrierefreiheit (BKB), genannt werden. Die in diesem FE-Vorhaben entwickelten Instrumente, insbesondere die objektiven Tests mit Testautomaten, erleichtern künftige Untersuchungen vorhandener oder neuer Komponenten und Materialien (wie beispielsweise von Bodenindikatoren oder Sonderborden) nach objektiven Kriterien; sie gewährleisten die Prüfbarkeit (Reproduzierbarkeit) der Ergebnisse.

10 Literatur

- ACKERMANN, K. et al. (1997): Bürgerfreundliche und behindertengerechte Gestaltung von Haltestellen des öffentlichen Personennahverkehrs (direkt: Verbesserung der Verkehrsverhältnisse in den Gemeinden), Bd. 51, Bad Homburg v. d. H.
- ACKERMANN, K. et al. (2000): Bürgerfreundliche und behindertengerechte Gestaltung des Niederflur-ÖPNV in historischen Bereichen (direkt: Verbesserung der Verkehrsverhältnisse in den Gemeinden), Bd. 55, Bad Homburg v. d. H.
- ACKERMANN, K. et al. (2001): Computergestützte Erfassung und Bewertung von Barrieren (direkt: Verbesserung der Verkehrsverhältnisse in den Gemeinden), Bd. 56, Bad Homburg v. d. H.
- ACKERMANN, K. (2006): Öffentliche Verkehrsräume in historischen Stadtbereichen – Konflikt zwischen Denkmalpflege und Barrierefreiheit? In: Straßenverkehrstechnik – Zeitschrift für Verkehrsplanung, Verkehrsmanagement, Verkehrssicherheit, Verkehrstechnik, Heft 5, S. 248-252, Bonn
- ADFC Landesverband Thüringen e. V.; BSVT – Blinden- und Sehbehindertenverband Thüringen e. V. (2002): Positionspapier zur Trennung des Rad- und Fußgängerverkehrs, Erfurt
- ALRUTZ, D. et al. (2011): Verbesserung der Bedingungen für Fußgänger an Lichtsignalanlagen. Kurzbericht FE 77.0493/2008, Hannover, Köln
- ARAGALL I CLAVÉ, F. (2006): Von der barrierefreien Gestaltung zur „Stadt für Alle“ in Barcelona: Vorbild und Vorreiter in der Barrierefreiheit. In: EUROPA kommunal, Heft 6, S. 212-216, Köln
- ARAGALL I CLAVÉ, F. (2007): Von der barrierefreien Gestaltung zur „Stadt für Alle“ in Barcelona: Vorbild und Vorreiter im Design für Alle. In: LEIDNER, R., NEUMANN, P., REBSTOCK, M. (Hrsg.): Von Barrierefreiheit zum Design für Alle – Erfahrungen aus Forschung und Praxis (Arbeitsberichte der Arbeitsgemeinschaft Angewandte Geographie Münster e. V., Nr. 38, S. 99-107, Münster
- Association Nationale pour le Logement des Personnes handicapées (1996): Un espace public pour tous. Projet ACCESSVoiries. Brüssel, Belgien

- Association Nationale pour le Logement des Personnes handicapées (1999): Les cheminements. <http://www.anlh.be/accessvoirie/acc12.htm>, abgerufen am 27.03.2012, Brüssel, Belgien
- ASTRA – Bundesamt für Straßen; EBGB – Eidgenössisches Büro für Gleichstellung von Menschen mit Behinderung (2013): Behinderten- und velogerechte Randabschlüsse. Bericht zu den Testergebnissen, unter Mitarbeit von Schweizerische Fachstelle für behindertengerechtes Bauen, Pro Velo Schweiz und Metron Verkehrsplanung AG.
- BEHLING, K. (2008): Anforderungen an die Profile und den Einsatz von Bodenindikatoren im öffentlichen Raum. GFUV-Workshop Bodenindikatoren, 9.-11. Oktober 2008, Berlin
- BENTZEN, B. L., BARLOW J. M., TABOR, L. S., Architectural Board, Transportation Barriers Compliance (2000): Detectable warnings: Synthesis of US and international practice
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung (2001): Richtlinien für die Anlage und Ausstattung von Fußgängerüberwegen: R-FGÜ 2001. FGSV 252, Köln
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung (2008): Barrierefreiheit im öffentlichen Verkehrsraum für seh- und hörgeschädigte Menschen: Hinweise (direkt: Verbesserung der Verkehrsverhältnisse in den Gemeinden), Bd. 64, Bremerhaven
- BMVBW – Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (1998): Gästefreundliche, behindertengerechte Gestaltung von verkehrlichen und anderen Infrastruktureinrichtungen in Touristikgebieten: ein Handbuch für Planer und Praktiker (direkt: Verbesserung der Verkehrsverhältnisse in den Gemeinden), Bd. 52, Bad Homburg v. d. H.
- BMVBW – Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (2000): Bürgerfreundliche und behindertengerechte Gestaltung des Straßenraums – ein Handbuch für Planer und Praktiker (direkt: Verbesserung der Verkehrsverhältnisse in den Gemeinden), Bd. 54, 2. Auflage, Bad Homburg v. d. H.
- BMVIT – Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2003): Straßenraum für Alle. Planung für geh- und sehbehinderte Menschen. Wien
- BOENKE, D., GERLACH, J., RÖNSCH-HASSELHORN, B., CONRAD, V. (2010): Empfehlungen zur Mobilitätssicherung älterer Menschen im Straßenraum. Leitfaden Mobilität und Verkehr. Band 01. Eugen-Otto-Butz-Stiftung (Hrsg.). Köln, TÜV Media.
- BOENKE, D., GIRNAU, G. (2012): Barrierefreier ÖPNV in Deutschland. Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV)/VDV-Förderkreis (Hrsg.). Gesamtbearbeitung STUVA e. V. Düsseldorf/Meerbusch, Alba Verlag.
- BÖHRINGER, D. (2008a): Beobachtungen am 22.04.08 auf der Rathauskreuzung Kassel. 28.05.08, Leonberg
- BÖHRINGER, D. (2008b): Tests von Bodenindikatoren durch blinde Menschen, Rollstuhl- und Rollatornutzer – Ergebnisse und Folgerungen. Gemeinsamer Fachausschuss Umwelt und Verkehr – GFUV (Berlin).
- BÖHRINGER, D. (2009): Verkehrsbeobachtung in Dresden, unter der Fragestellung: Wären an Querungsstellen mit hohem Fußgängeraufkommen „Getrennte Querungsstellen“ mit differenzierten Bordhöhen undiskutabel – denkbar – oder sinnvoll? 18.04.2009, Leonberg
- BÖHRINGER, D. (2010a): Getrennte Querungsstellen/Querungsstellen mit differenzierter Bordhöhe nach E-DIN 32984. http://www.dbsv.org/fileadmin/dbsvupload/Worddateien/GFUV/Querungsstellen/Quer_2010_Getrennte-Querung.pdf, abgerufen am 27.03.2012, Leonberg
- BÖHRINGER, D. (2010b): Minikreisel mit Blindenleitsystem. Standort: Stuttgart, Ecke Silberburg-/Gutenberg-/Herzogstraße. Fertigstellung: Mitte 2007, 24.02.2010, Leonberg
- BRÄUER, D. (2004): Entwurf Gestaltungsstandard kleiner Kreisverkehrsplatz unter besonderer Berücksichtigung der Belange Blinder und Sehbehinderter. Planungsbüro AB Stadtverkehr Köln im Auftrag der Landeshauptstadt Düsseldorf, Email vom 22.07.2004, Anhang Kreisel_aktuell_kopie.pdf, Köln
- BS 7997 – British Standards Institution (BSI) (2003): Products for tactile paving surface indicators – Specification. London, Großbritannien

- BURTON, E., MITCHELL, L. (2006): Inclusive urban design. Streets for life, Amsterdam (u. a.)
- CHAKRABARTY, N. (2007): A study of awareness of road rules and road signs among children in Delhi, India. In: ABACUS – international journal of architecture, conservation and urban studies. Heft 2, S. 77-87, Mesra, Indien
- Croft consultants (o. J.): Tactile and guard surfaces, o. O.
- DBSV – Deutscher Blinden- und Sehbehindertenverband e. V. (2010): Warnung vor „Kombi-Querungsstellen“ in der Art von „Easycross“ – Empfehlung von „Getrennten Querungsstellen mit differenzierter Bordhöhe“. Rundschreiben 05/2010, Berlin
- Department for Transport – Mobility and Inclusion Unit (o. J.): Guidance on the use of tactile paving surfaces. <http://www.bbsgraniteconcepts.com/wp-content/uploads/2010/06/Dft-download.pdf>, abgerufen am 27.03.2012, London, Großbritannien
- DETTBARN-REGGENTIN, J. (2008): Planungscheck Barrierefreies Bauen. 1. Auflage, Mering
- DOWSON, A. J. (2003): The development of surface tactile indicators. Proceedings of the 7th International Conference on Concrete Block Paving. Sun City, South Africa
- Draft International Standard ISO/DIS 23599 – International Organization for Standardization (2010): Assistive products for persons with vision impairment – Tactile walking surface indicators – Draft. Genf, Schweiz
- ECHTERHOFF, W. et al. (1992): Bürgerfreundliche und behindertengerechte Gestaltung des Straßenraums (direkt: Verbesserung der Verkehrsverhältnisse in den Gemeinden), Bd. 47, Frankfurt am Main
- ECHTERHOFF, W. (2005): Strategien zur Sicherung der Mobilität älterer Menschen, Köln
- ECMT – European Conference of Ministers of Transport (2006): Improving Transport Accessibility for All. Paris, Frankreich
- EDAD – Europäisches Institut Design für Alle in Deutschland e. V., Fürst-Donnersmarck-Stiftung zu Berlin 2005: Europäisches Konzept für Zugänglichkeit, deutschsprachige Version des ECA – European Concept for Accessibility, Berlin (u. a.)
- ERTL, I. (2008): Barrierefreiheit im Außenraum – ein Sinneswandel und seine räumliche Umsetzung in der Landschaftsarchitektur, Saarbrücken
- FGSV – Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (2007): Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen. Ausgabe 2006. RAST 06, FGSV 200, Köln
- FGSV – Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2010a): ERA – Empfehlungen für Radverkehrsanlagen. Ausgabe 2010, FGSV 284, Köln
- FGSV – Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (2010b): Hinweise zur Integration der Belange von Kindern und Jugendlichen in die Verkehrsplanung. Ausgabe 2010, FGSV 152, Köln
- FGSV – Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (2010c): Richtlinien für Lichtsignalanlagen. RiLSA; Lichtzeichenanlagen für den Straßenverkehr; Ausg. 2010, FGSV 321, Köln
- FGSV – Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (2011): H BVA – Hinweise für barrierefreie Verkehrsanlagen. FGSV 212, Köln
- FUJINAMI, K. et al. (2005): Tactile Ground Surface Indicator Widening and its Effect on Users' Detection Abilities. In: Quarterly Report of RTRI, Heft 1, S. 40-45, Tokyo, Japan
- GASS, A., SEEGER, M., MUTZ, J. (2008): Straßenplanung blindengerecht, Leitfaden für Planende und Bauende. Stuttgart
- GATHER, M., REBSTOCK, M., FLAIG, J., LAMPKA, M., WILDE, M. (2006): Schlussbericht Forschungsprojekt BeGiN – BehindertenGleichstellung im Nahverkehr. Analyse, Erprobung und Evaluation von Maßnahmen zur barrierefreien Erschließung der „Talsperrenregion am Rennsteig“ unter besonderer Berücksichtigung der neuen Instrumente des Gesetzes zur Gleichstellung behinderter Menschen (BGG), Erfurt
- GFUV – Gemeinsamer Fachausschuss für Umwelt und Verkehr (2009): DBSV-Verwaltungsrat

- zur Bordsteinkanten-Problematik. 17.11.2009, <http://www.dbsv.org/dbsv/unsere-struktur/uebergreifende-fachausschuesse/gfuv/>, abgerufen am 05.04.2012, Berlin
- GKV-Spitzenverband (Berlin): Blindenhilfsmittel für den Innenbereich und den Außenbereich/Straßenverkehr. Online verfügbar unter <https://hilfsmittel.gkv-spitzenverband.de/hmvAnzeigen.action?gruppeId=7&ortId=45&untergruppeId=74#produktart>, abgerufen am 11.01.2013, Berlin.
- GOEPP, A., SABY, L. (2011): Accessibility practices in 11 European cities for persons of reduced mobility. Lyon, Frankreich
- GROSSMANN, H. (1994): Rollstuhlgebundene Einstiegshilfen – Rollstuhlgebundene Vorrichtungen zur Überwindung von Stufen und Spalten. Anforderungen, Realisierungsmöglichkeiten und Anwendungsgrenzen. Auftrag der Stadtwerke Frankfurt am Main, STUVA e. V., Köln.
- GROSSMANN, H. (2007): Barrierefreie Umweltgestaltung für seh- und hörgeschädigte Menschen – Probleme, Standards, Entwicklungen. In: LEIDNER, R., NEUMANN, P., REBSTOCK, M. (Hrsg.): Von Barrierefreiheit zum Design für Alle – Erfahrungen aus Forschung und Praxis, Arbeitsberichte der Arbeitsgemeinschaft Angewandte Geographie Münster e. V., S. 73-83, Münster
- HEISE, W., JUNGE, R., KÖNIG, R. (2004): Gestaltung von Kreisverkehrsplätzen im Innerortsbereich. Amt für Straßen- und Verkehrswesen Kassel, http://nullbarriere.de/files/pdf/wissenswert/hv_kreisverkehr.pdf, abgerufen am 15.10.2013, Kassel
- HSV – Hessische Straßen- und Verkehrsverwaltung (2006): Leitfaden unbehinderte Mobilität (Schriftenreihe der Hessischen Straßen- und Verkehrsverwaltung). Heft 54, Dezember 2006, Wiesbaden
- HSV – Hessische Straßen- und Verkehrsverwaltung (2010): Unbehinderte Mobilität. Erfahrungen und Untersuchungen. Wiesbaden (HSV-Heft 55).
- HVV – Hamburger Verkehrsverbund GmbH (2011): Taktile Bodenindikatoren. Untersuchungen zur Eignung unterschiedlicher taktile Bodenindikatoren für eine Verwendung in U- und S-Bahn-Haltestellen des Hamburger Verkehrsverbundes. Bearbeitet durch Büro KramerAlbrecht Ingenieurgesellschaft mbH & Co. KG im Auftrag des HVV. Unter Mitarbeit von Simon Henze und Jens Usadel
- ISO/FDIS 21542 – International Organization for Standardization (2011): Building construction – Accessibility and usability of the built environment – final draft. Genf, Schweiz
- JIS T 9251 – Japanese Standards Organisation (2001): Dimensions and patterns of raised parts of tactile ground surface indicators for blind persons. Tokyo, Japan
- KÖNIG, R. (2008): Verkehrsräume, Verkehrsanlagen und Verkehrsmittel barrierefrei gestalten. Stuttgart
- KÖNIG, V. (1997): Handbuch über die blinden- und sehbehindertengerechte Umwelt- und Verkehrsraumgestaltung, Bonn
- KOHAUPT, B. (2008): Unbehinderte Mobilität – Planung von Wegesystemen im öffentlichen Verkehrsraum. Vortrag auf der bautec2008 „ZIELPUNKT barrierefrei planen und bauen“, Berlin
- KRAUSE, J. et. al. (2005): Mobilitätsbedürfnisse von Kindern und Jugendlichen im Straßenverkehrs- und Baurecht. Schlussbericht FE. 77.465/2002, Aachen u. a.
- Straßen NRW (2012): Leitfaden Barrierefreiheit im Straßenraum 2012, Gelsenkirchen
- LOESCHCKE, G. (2006): Taktile Leit- und Orientierungssysteme – eine vergleichende Betrachtung, Karlsruhe
- LOO-MORREY, M. (2005): Tactile Paving Survey. Report Number HSL2005/07, Buxton, Großbritannien
- MIZUKAMI, N. (2005): Installation of tactile ground surface indicators for blind persons on railway platforms. In: Railway technology avalanche, Heft 7, 01.01.2005, S. 43, Tokyo, Japan
- MIZUNO, T., TOKUDA, K., NISHIDATE, A., ARAI, K. (2008): Installation errors and corrections in tactile ground surface indicators in Europe, America, Oceania and Asia. In: IATSS research, Heft 2, S. 69, Tokyo, Japan

- MÖNNIKES, T. (2013): Rollatoren – Ein sicheres Hilfsmittel für die Mobilität im Verkehrsraum? Bachelor Thesis. Bergische Universität Wuppertal, Lehr- und Forschungsgebiet Straßenverkehrsplanung und Straßenverkehrstechnik, Wuppertal
- MÜHR, W. (2008): Barrierefreie Mobilität im öffentlichen Verkehrsraum. LEITdetails für Planung und Bauausführung, 2. Auflage, Fulda
- MÜHR, W. (2010): Gestaltung barrierefreier Fußgänger-Querungsanlagen nach den Prinzipien design for all. Präsentation zum Referat, Freie Universität Bozen (Veranst.): Tagung „Design for All mobile 2010“ – Städtische Mobilität für Alle, 6.10.2010, Fulda
- NAKAMURA, T., NORIYOSHI, A., TAUCHI, M. (2010): Evaluation of the Differentiability of Newly Developed Low-Profile Bar-and Dot-Shaped Tactile Walking Surface Indicators. Conference Paper, 12th International Conference on Mobility and Transport for Elderly and Disabled Persons
- NEUMANN, P. (2003): Barrierefreie Städte und Regionen. Arbeitsberichte der Arbeitsgemeinschaft Angewandte Geographie Münster e. V., Heft 33, Münster
- Norm DIN 18024-1:1998-01: Barrierefreies Bauen – Teil 1: Straßen, Plätze, Wege, öffentliche Verkehrs- und Grünanlagen sowie Spielplätze; Planungsgrundlagen
- Norm DIN 32984:2000-05: Bodenindikatoren im öffentlichen Verkehrsraum
- Norm DIN 483:2004:04: Bordsteine aus Beton – Formen, Maße, Kennzeichnung
- Normentwurf DIN EN 15209:2005-05: Spezifikation für taktile Bodenindikatoren. Deutsche Fassung prEN 15209:2005
- Normentwurf E DIN 18030 (2005): Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen. 2. Entwurf, Manuskript für Ausgabe 2006-01, Berlin
- Norm DIN 32975:2009-11: Gestaltung visueller Informationen im öffentlichen Raum zur barrierefreien Nutzung
- Norm DIN 32984:2011-10: Bodenindikatoren im öffentlichen Raum
- Normentwurf E DIN 18040-3:2013-05: Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen – Teil 3: Öffentlicher Verkehrs- und Freiraum
- Norm ÖNORM B 1600 – Österreichisches Normungsinstitut (2005): Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen. Wien, Österreich
- Norm ÖNORM V 2102-1 – Österreichisches Normungsinstitut (2003): Technische Hilfen für sehbehinderte und blinde Menschen – Taktile Bodeninformationen. Teil 1: Für Wege in Baulichkeiten und im öffentlichen Raum bei Fahrgeschwindigkeiten bis max. 80 km/h, Wien, Österreich
- PESTALOZZI, C., CONRAD, V., SCHMIDT, E., MANSER, J., RUEDISUELI, B. (2010): Hindernisfreier Verkehrsraum. Anforderungen aus Sicht von Menschen mit Behinderung. Forschungsauftrag VSS 2008/201 auf Antrag der Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (VSS), Bern, Schweiz
- POLIHRONIOU, I. (2003): Designing accessible public and cultural buildings. In: Hellenic Ministry of Culture (Hrsg.): Access to culture and sports for people with disabilities, Conference Proceedings, Thessaloniki 30.10.-01.11.2003. S. 80-85, Athen, Griechenland
- Prefeitura da Cidade de São Paulo (2005): Conheça as regras para arrumar a sua calçada. São Paulo, Brasilien
- Producto AG (2013): Invacare P452E/3. Test (Rollator). Online verfügbar unter <http://www.testberichte.de/p/invacare-aquatec-tests/p452e-3-testbericht.html>, abgerufen am 09.07.2013, Berlin
- RAU, A. et al. (1997): Mobilitätsbehinderte Menschen im Verkehr. Fachgebiet Verkehrswesen – Universität Kaiserslautern (Hrsg.), Grüne Reihe, Heft 39, Kaiserslautern
- REBSTOCK, M. (2005a): Barrierefreie Gestaltung von kleinen und Mini-Kreisverkehrsplätzen. Thüringer Ministerium für Soziales, Familie und Gesundheit (Hrsg.), Erfurt
- REBSTOCK, M. (2005b): Barrierefreie Wege in die Natur und zur Kultur – mit Auto und ÖPNV. In: LVR – Landschaftsverband Rheinland – Umweltamt: Barrierefreies Natur- und Kulturerlebnis (Beiträge zur Landesentwicklung), Tagungs-

- dokumentation 16. Fachtagung LVR vom 21.-23.04.2005 in Bad Honnef, Band 59, S. 82-95, Köln
- REBSTOCK, M. (2007): Verkehrsraumgestaltung für Alle! Auch für Fußgänger?!. In: LEIDNER, R., NEUMANN, P., REBSTOCK, M. (Hrsg.): Von Barrierefreiheit zum Design für Alle – Erfahrungen aus Forschung und Praxis. Arbeitsberichte der Arbeitsgemeinschaft Angewandte Geografie Münster e. V., Nr. 38, S. 59-72, Münster
- REBSTOCK, M., BERDING, J., HERFERT, A., KÖRNER, H., GATHER, M. (2010): Evaluation der Checklisten zur Gewährleistung der Barrierefreiheit im ÖPNV im Rahmen der Thüringer ÖPNV-Investitionsrichtlinie, Berichte des Instituts Verkehr und Raum, Bd. 7, Erfurt
- RISSER, R. et al. (2010): COST 358 – Pedestrians' Quality Needs – Perceived Needs. PQN Final Report – Part B2: Documentation, Wien, Österreich
- SAGRAMOLA, S. (2006): Bauen für Alle in Luxemburg. In: EUROPA kommunal, Heft 6, S. 224-226, Köln
- SARWAS, M. (2009): Blinde landen mitten auf der Kreuzung. In: Kölner Stadt-Anzeiger, 17.02.2009
- SCHÄFER, F. (2006): Orientierung blinder und sehbehinderter Menschen im Straßenverkehr. Kurzfassung zum Referat, Vereinigung der Straßenbau- und Verkehrsingenieure VSVI Hessen e. V. (Veranst.): Barrierefreie Wege und Straßen, 06.12.2006, 6 Seiten, Friedberg
- SCHMIDT, E., MANSER, J. A. (2003): Strassen – Wege – Plätze: Richtlinien „Behindertengerechte Fusswegnetze“. Zürich, Schweiz
- SCHMIDT, E. (2010): Hindernisfreie Verkehrsräume. In: strasse und verkehr, Heft 11, S. 6-10, Zürich, Schweiz
- Schweizerische Fachstelle für behindertengerechtes Bauen (2005): Leitliniensystem Schweiz. Taktil-visuelle Markierungen für blinde und sehbehinderte Fussgänger, Merkblatt Nr. 14/05, Stand Dezember 2005, Zürich, Schweiz
- Schweizerische Fachstelle für behindertengerechtes Bauen (2007): Randabschlüsse. Trennung von Fussgängerbereich und Fahrbahn, Merkblatt 16/07, Stand Juli 2007, Zürich, Schweiz
- Senat der Freien Hansestadt Bremen (2008): Richtlinie der Freien Hansestadt Bremen zur barrierefreien Gestaltung baulicher Anlagen des öffentlichen Verkehrsraums, öffentlicher Grünanlagen und öffentlicher Spiel- und Sportstätten. Stand Mai 2008, Drucksache 17/245 S vom 28.10.2008, Bremen
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin (2008): Ausführungsvorschriften zu § 7 des Berliner Straßengesetzes über Geh- und Radwege. In: Landesverwaltungsamt Berlin (Hrsg.): Amtsblatt für Berlin. ABL. Nr. 15/28.03.2008, S. 764-782, Berlin
- SIEGER, V., HINTZKE, A. (2008): Handbuch Barrierefreie Verkehrsraumgestaltung. Bonn
- SIMON, O.: Mobilität für Blinde und Sehbehinderte. 10 Fragen und Antworten. Online verfügbar unter <http://blindundmobil.de/faq.html>, abgerufen am 11.01.2013
- Stadt Chemnitz, Tiefbauamt (2007): Regelbauweisen zum barrierefreien Bauen im öffentlichen Verkehrsraum und an Haltestellen. Chemnitz
- Stadt Graz (2012): Grazer T. Taktiles Bodensystem für sehgeschädigte Menschen der Stadt Graz, <http://www.graz.at/cms/beitrag/10026642/421969/>, abgerufen am 21.02.2012, Graz, Österreich
- Stadt Köln – Amt für Straßen und Verkehrstechnik (2012): Blindenleitsystem – Mitteilung über Änderung bezüglich Noppenplatten im Zuständigkeitsbereich des Amtes für Straßen und Verkehrstechnik der Stadt Köln. Köln, 13.01.2012. Brief an die Kölner Verkehrs-Betriebe AG.
- Standards Australia Committee ME-064 (2004): Draft Australian/New Zealand Standard: Design for access and mobility. Part 4.1: Tactile indicators, Sydney, Australien
- Statistisches Bundesamt (2009): Sozialleistungen. Schwerbehinderte Menschen. 2007, Fachserie 13, Reihe 5.1, Wiesbaden
- The Guide Dogs for the Blind Association/ University College London (2008): Testing proposed delineators to demarcate pedestrian paths in a shared space environment. Report of design trials conducted at University College London Pedestrian Accessibility and Movement Environment Laboratory (PAMELA), Reading, London, Großbritannien

- TOKUDA, K., MIZUNO, T., NISHIDATE, A., ARAI, K., AOYAGI, M. (2008): Guidebook for the Proper Installation of Tactile Ground Surface Indicators (Braille Blocks): Common Installation Errors. International Association of Traffic and Safety Sciences [Hrsg.] Tokyo, Japan
- TOPP, H. H. (2002): Mobil & barrierefrei in Stadt und Verkehr, Grüne Reihe, Bd. 50, Kaiserslautern
- TOPP, H. H. (2003): Mobil & barrierefrei planen, bauen, nachrüsten, Grüne Reihe, Bd. 58, Kaiserslautern
- TOPP, H. H. (2007): Denkmalschutz versus Barrierefreiheit. In: Barrierefrei – Architektur, Technik und Design für funktionale Lebensräume, Heft 4, S. 14-19, Stuttgart
- TU Dresden (2009): Sonderauswertung zur Verkehrserhebung, Mobilität in Städten – SrV 2008'. Städtevergleich, Dresden
- United States Access Board (2008): Detectable Warnings Update. <http://www.access-board.gov/guidelines-and-standards/streets-sidewalks/public-rights-of-way/guidance-and-research/detectable-warnings-update>, abgerufen am 15.10.2013, Washington D.C., USA
- WÜSTERMANN, K.-D. (2007): Barrierefreie Gehwege. Poller als überflüssige Hindernisse, i-5-B (Hrsg.) Nr. B-117, März 2007, 38 Seiten, Berlin

Schriftenreihe

Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

Unterreihe „Verkehrstechnik“

2010

V 188: Stoffeinträge in den Straßenseitenraum – Reifenabrieb
Kocher, Brose, Feix, Görg, Peters, Schenker € 14,00

V 189: Einfluss von verkehrsberuhigenden Maßnahmen auf die PM10-Belastung an Straßen
Düring, Lohmeyer, Pöschke, Ahrens, Bartz, Wittwer, Becker, Richter, Schmidt, Kupiainen, Pirjola, Stojiljkovic, Malinen, Portin € 16,50

V 190: Entwicklung besonderer Fahrbahnbeläge zur Beeinflussung der Geschwindigkeitswahl
Lank, Steinauer, Busen € 29,50
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.

V 191: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2008
Fitschen, Nordmann € 27,00
Dieser Bericht ist als Buch und als CD erhältlich oder kann ferner als kostenpflichtiger Download unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.

V 192: Anprall von Pkw unter großen Winkeln gegen Fahrzeugrückhaltesysteme
Gärtner, Egelhaaf € 14,00

V 193: Anprallversuche an motorradfahrerfreundlichen Schutzeinrichtungen
Klöckner € 14,50

V 194: Einbindung städtischer Verkehrsinformationen in ein regionales Verkehrsmanagement
Ansorge, Kirschfink, von der Ruhren, Hebel, Johanning € 16,50

V 195: Abwasserbehandlung an PWC-Anlagen
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.
Londong, Meyer € 29,50

V 196: Sicherheitsrelevante Aspekte der Straßenplanung
Bark, Kutschera, Baier, Klemp-Kohnen € 16,00

V 197: Zählungen des ausländischen Kraftfahrzeugverkehrs auf den Bundesautobahnen und Europastraßen 2008
Lensing € 16,50

V 198: Stoffeintrag in Straßenrandböden – Messzeitraum 2005/2006
Kocher, Brose, Chlubek, Karagüzel, Klein, Siebertz € 14,50

V 199: Stoffeintrag in Straßenrandböden – Messzeitraum 2006/2007
Kocher, Brose, Chlubek, Görg, Klein, Siebertz € 14,00

V 200: Ermittlung von Standarts für anforderungsgerechte Datenqualität bei Verkehrserhebungen
Bäumer, Hautzinger, Kathmann, Schmitz, Sommer, Wermuth € 18,00

V 201: Quantifizierung der Sicherheitswirkungen verschiedener Bau-, Gestaltungs- und Betriebsformen auf Landstraßen
Vieten, Dohmen, Dürhager, Legge € 16,00

2011

V 202: Einfluss innerörtlicher Grünflächen und Wasserflächen auf die PM10-Belastung
Endlicher, Langner, Dannenmeier, Fiedler, Herrmann, Ohmer, Dalter, Kull, Gebhardt, Hartmann € 16,00

V 203: Bewertung von Ortsumgehungen aus Sicht der Verkehrssicherheit
Dohmen, Vieten, Kesting, Dürhager, Funke-Akbiyik € 16,50

V 204: Einfluss von Straßenrandbegrünung auf die PM10-Belastung
Bracke, Reznik, Mölleken, Berteilt, Schmidt € 22,00
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.

V 205: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2009
Fitschen, Nordmann € 27,50
Dieser Bericht ist sowohl als gedrucktes Heft der Schriftenreihe als auch als CD erhältlich oder kann außerdem als kostenpflichtiger Download unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.

V 206: Sicherheitspotenzialkarten für Bundesstraßen nach den ESN
Färber, Lerner, Pöppel-Decker € 14,50

V 207: Gestaltung von Notöffnungen in transportablen Schutzeinrichtungen
Becker € 16,00

V 208: Fahrbahnquerschnitte in baulichen Engstellen von Ortsdurchfahrten
Gerlach, Breidenbach, Rudolph, Huber, Brosch, Kesting € 17,50

V 209: Stoffeintrag in Straßenrandböden – Messzeitraum 2008/2009
Beer, Surkus, Kocher € 14,50

2012

V 210: Schmale zweibahnig vierstreifige Landstraßen (RQ 21)
Maier, Berger € 18,50

V 211: Innliegende Linkseinfädelungstreifen an plangleichen Knotenpunkten innerorts und im Vorfeld bebauter Gebiete
Richter, Neumann, Zierke, Seebo € 17,00

V 212: Anlagenkonzeption für Meisteregehöfte – Optimierung von Arbeitsabläufen
Schmauder, Jung, Paritschkow € 19,00

V 213: Quantifizierung von Verkehrsverlagerungen durch Baustellen an BAB
Laffont, Mahmoudi, Dohmen, Funke-Akbiyik, Vieten € 18,00

V 214: Vernetzungseignung von Brücken im Bereich von Lebensraumkorridoren
Schmellekamp, Tegethof
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 215: Stauprävention auf BAB im Winter
Kirschfink, Poschmann, Zobel, Schedler € 17,00

V 216: Verbesserung der Verkehrssicherheit auf einbahnig zweistreifigen Außerortsstraßen (AOSI)
Lippold, Weise, Jähig € 17,50

V 217: Verbesserung der Bedingungen für Fußgänger an Lichtsignalanlagen
Alrutz, Bachmann, Rudert, Angenendt, Blase, Fohlmeister, Häckelmann € 18,50

V 218: Empfehlungen zum richtigen Aufbringen von Tausalzungen
Hausmann € 16,00

V 219: Bewältigung großer Verkehrsmengen auf Autobahnen im Winter
Roos, Zimmermann, Schulz, Riffel € 16,50

2013

V 220: Maßnahmen zur Bewältigung der besonderen psychischen Belastung des Straßenbetriebsdienstpersonals – Pilotstudie
Pöpping, Pollack, Müller € 16,00

-
- V 221: Bemessungsverkehrsstärken auf einbahnigen Landstraßen
Arnold, Kluth, Ziegler, Thomas € 18,50
- V 222: Aktualisierung des MLuS 02 – Erstellung der RLuS
Düring, Flassak, Nitzsche, Sörgel, Dünnebeil, Rehberger € 19,50
- V 223: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2010
Fitschen, Nordmann € 16,50
Dieser Bericht ist sowohl als gedrucktes Heft der Schriftenreihe als auch als CD erhältlich oder kann außerdem als kostenpflichtiger Download unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.
- V 224: Prüfung und Bewertung von Schutzeinrichtungen der Auf-
haltstufe H4b für den Einsatz auf Brücken – Teil 1 und 2
Bergerhausen, Klostermeier, Klöckner, Kübler € 19,00
- V 225: Neue Technik für den Straßenbetriebsdienst –
Teil 1: Neue Informations- und Kommunikationstechniken
Teil 2: Autonomes Fahren für den Straßenbetriebsdienst
Holldorb, Häusler, Träger € 21,50
- V 226: Bewertungsmodell für die Verkehrssicherheit von Land-
straßen
Maier, Berger, Schüller, Heine € 18,00
- V 227: Radpotenziale im Stadtverkehr
Baier, Schuckließ, Jachtmann, Diegmann,
Mahlau, Gässler € 17,00
- V 228: Sicherheitskenngrößen für den Radverkehr
Baier, Göbbels, Klemps-Kohnen € 15,50
- V 229: Straßenverkehrszählungen (SVZ) mit mobilen Mess-
systemen
Schmidt, Frenken, Hellebrandt, Regniet, Mahmoudi € 20,50
- V 230: Verkehrsadaptive Netzsteuerungen
Hohmann, Giuliani, Wietholt € 16,50
- V 231: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2011
Fitschen, Nordmann € 28,50
Dieser Bericht ist sowohl als gedrucktes Heft der Schriftenreihe als auch als CD erhältlich oder kann außerdem als kostenpflichtiger Download unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.
- V 232: Reflexkörper und Griffigkeitsmittel in Nachstreumittelge-
mischen für Markierungssysteme
Recknagel, Eichler, Koch, Proske, Huth € 23,50
- V 233: Straßenverkehrszählung 2010 – Ergebnisse
Lensing € 16,00
- V 234: Straßenverkehrszählung 2010 – Methodik
Lensing € 17,50
- V 239: Dynamische Messung der Griffigkeit von Fahrbahnmar-
kierungen
Steinauer, Oeser, Kemper, Schacht, Klein € 16,00
- V 240: Minikreisverkehre – Ableitung ihrer Einsatzbereiche und
Einsatzgrenzen
Baier, Leu, Klemps-Kohnen, Reinartz, Maier, Schmotz in Vorbereitung
- V 241: Rastanlagen an BAB – Verbesserung der Auslastung und
Erhöhung der Kapazität durch Telematiksysteme
Kleine, Lehmann, Lohoff, Rittershaus € 16,50
- V 242: Bordsteinkanten mit einheitlicher Bordhöhe und Bodenin-
dikatoren an Überquerungsstellen
Boenke, Grossmann, Piazzolla, Rebstock,
Herrnsdorf, Pfeil € 20,00

2014

- V 235: Dynamische Messung der Nachsichtbarkeit von Fahr-
bahnmarkierungen bei Nässe
Drewes, Laumer, Sick, Auer, Zehntner € 16,00
- V 236: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2012
Fitschen, Nordmann € 28,50
Die Ergebnisdateien sind auch als CD erhältlich oder können au-
ßerdem als kostenpflichtiger Download unter www.nw-verlag.de
heruntergeladen werden.
- V 237: Monitoring von Grünbrücken – Arbeitshilfe für den Nach-
weis der Wirksamkeit von Grünbrücken für die Wiedervernetzung
im Rahmen der KP II – Maßnahmen
Bund-Länder Arbeitskreis
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [http://
bast.opus.hbz-nrw.de/](http://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden. Der Anhang ist
interaktiv. Das heißt er kann ausgefüllt und gespeichert werden.
- V 238: Optimierung der Arbeitsprozesse im Straßenbetriebs-
dienst – Sommerdienst
Schmauder, Jung, Paritschkow € 19,00

Alle Berichte sind zu beziehen im:

Carl Schünemann Verlag GmbH
Zweite Schlachtpforte 7
28195 Bremen
Tel. (0421) 3 69 03-53
Fax (0421) 3 69 03-48
www.schuenemann-verlag.de

Dort ist auch ein Kompletverzeichnis erhältlich.