

Sandra Haut, Knut Junge, Fabian Kutscher, Norbert Sack

Bewertung der Barrierefreiheit von Bauelementen am Anwendungsbeispiel Fenster und Türen

F 3102

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlussberichtes einer vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2018

ISBN 978-3-7388-0241-2

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00

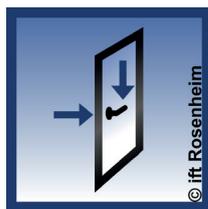
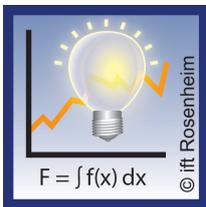
Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

www.irb.fraunhofer.de/tauforschung

Bewertung der Barrierefreiheit von Bauelementen am Anwendungsbeispiel Fenster und Türen





Abschlussbericht

Thema	Bewertung der Barrierefreiheit von Bauelementen am Anwendungsbeispiel Fenster und Türen
Kurztitel	Barrierefreiheit von Bauelementen
Gefördert durch	Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Aktenzeichen: SWD-10.08.18.7-15.08)
Forschungsstelle	ift gemeinnützige Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH Theodor-Gietl-Straße 7-9 83026 Rosenheim
Bearbeiter	Sandra Haut Knut Junge Fabian Kutscher Norbert Sack
Projektleiter	Norbert Sack
Institutsleitung	Prof. Ulrich Sieberath

Rosenheim, Juni 2018

Das diesem Bericht zugrunde liegende Forschungsvorhaben wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumordnung gefördert (Kennzeichen SWD-10.08.18.7-15.08).

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichts liegt bei den Autoren.



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation/ Ziele	1
1.2	Ausgangslage	1
2	Recherche und Analyse	3
2.1	Gesetze und Verordnungen	3
2.2	Normen zur Barrierefreiheit	6
2.3	Leitfäden und Richtlinien	17
2.4	Förderprogramme	22
2.5	Informationen von Verbänden Betroffener	27
2.6	Forschungsvorhaben	30
2.7	Nutzergruppen mit Anforderungen an die Barrierefreiheit	32
2.8	Produktschwerpunkte der Branche Fenster und Türen	44
2.9	Leistungseigenschaften von Bauelementen	45
3	Praxisuntersuchungen	49
3.1	Status Quo der Barrierefreiheit in Einrichtungen für Senioren	49
3.2	Servicearbeiten an Fenstertüren	62
4	Laboruntersuchungen	67
4.1	Bedienkräfte	67
4.2	Analyse der Bedienkräfte von Fenstern aus vorhandenen Messdaten	73
4.3	Detaillierte Messung von Bedienkräften an Fenstern	77
4.4	Detaillierte Messung von Bedienkräften einer Außentür	95
4.5	Überrollbarkeit von Schwellen	104
5	Zusammenfassung	133
6	Danksagung	135
7	Literaturverzeichnis	137



1 Einleitung

1.1 Motivation/ Ziele

Viele Menschen sind aufgrund verschiedenster körperlicher und geistiger Einschränkungen auf eine barrierefreie Umwelt angewiesen. Durch den demografischen Wandel besteht zudem steigender Bedarf an barrierefreien Lösungen, um selbstständiges und komfortables Leben bis ins hohe Alter zu ermöglichen.

Das bisherige Grundziel der Barrierefreiheit sieht besonders im öffentlichen Bereich eine Nutzung durch möglichst alle Menschen mit und ohne Einschränkungen vor. Die neu veröffentlichten und in den meisten Bundesländern eingeführten baurechtlichen Normen DIN 18040 1+2 zum barrierefreien Bauen, richten sich zwar bereits an jeweilige individuelle Schutzziele, beinhalten jedoch keine konkreten Angaben oder individuelle Einsatzempfehlungen. Dies führt jedoch häufig zu baulichen Lösungen die bemüht sind, stur allen denkbaren normativen und regulativen Anforderungen zu genügen, ohne dem eigentlichen Bedarf der späteren Nutzergruppen gerecht zu werden.

Gerade im privaten Bereich und bei speziellen Einrichtungen ist aber vielmehr eine situative Ausstattung der Bauelemente erforderlich, um das Optimum für die jeweilige Nutzergruppe zu erreichen und vor allem auch bezahlbar zu machen. Daneben dürfen auch die herkömmlichen, für den Bereich der Fenster und Türen extrem breit gefächerten Leistungseigenschaften, nicht zurückstehen.

Zielsetzung dieses Forschungsvorhabens ist es, barrierefreie Anforderungsprofile für die unterschiedlichsten Nutzergruppen und Anwendungsfälle von Fenstern und Türen zu definieren. Dazu sind auch Konzepte zu entwickeln, mit denen eine praxisnahe Bewertung der Barrierefreiheit von Bauelementen, wie Fenstern und Türen, ermöglicht wird. Hierzu sind Vorgaben und Abläufe zur Untersuchung, Bewertung und Klassifizierung von spezifischen Konstruktionen im Neuzustand zu entwickeln und zu erproben. Die Erkenntnisse des Vorhabens sollen zu Einsatzempfehlungen für barrierefreie Fenster und Türen führen.

1.2 Ausgangslage

Bislang fehlen für Fenster und Türen detailliert beschriebene Anforderungsprofile für unterschiedliche Einsatzzwecke im Bereich der Barrierefreiheit. Ebenso fehlen Einsatzempfehlungen für diese Anforderungsprofile, die beschreiben welche Faktoren bzgl. Konstruktion, Gebrauchstauglichkeit und Design besonders wichtig sind und welche Kombinationen mit den herkömmlichen Leistungseigenschaften überhaupt als sinnvoll und technisch machbar angesehen werden können.

Planern, Architekten und ausschreibenden Stellen ist es dadurch häufig schwer möglich, die für den späteren Anwendungszweck und Nutzertyp optimalen Fenster und Türen auszuwählen. Genauso ist es für Hersteller und Entwickler schwierig das Produktportfolio bzgl. Barrierefreiheit optimal weiter zu entwickeln und für den jeweiligen Anwendungsfall die op-

timalen Produktlösungen anbieten zu können. Am Ende sehen sich derzeit Nutzer und Bewohner mit Bedarf an barrierefreien Lösungen häufig einer Situation gegenüber, in der sie allenfalls eine technische Kompromisslösung erhalten haben, die aufgrund der vielfältigen Anforderungen aber deutlich teurer als eine Standardlösung war.

Zur Verbesserung der Situation ist es nötig, bei Fenstern und Türen, alle Aspekte bzgl. Konstruktion, Gebrauchstauglichkeit und Design zu identifizieren, welche in Bezug auf barrierefreie Anforderungen relevant sind. Dabei müssen auch die Möglichkeiten einer Vielzahl unterschiedlicher Grundkonstruktionen und Öffnungsmöglichkeiten von Fenstern und Türen berücksichtigt werden. Zudem müssen Anforderungsprofile für unterschiedliche Einsatzzwecke und Nutzergruppen sowie die jeweiligen Erfordernisse an die zuvor identifizierten Produktaspekte praxisnah definiert werden.

Es fehlen außerdem Konzepte, mit denen eine praxisnahe Bewertung der Barrierefreiheit von Bauelementen, wie Fenstern und Türen im Neuzustand, ermöglicht wird. Hierzu müssen Vorgaben und Abläufe zur Untersuchung, Bewertung und Klassifizierung von spezifischen Konstruktionen im Neuzustand entwickelt und erprobt werden.

Aus den Konzepten zur Bewertung der Barrierefreiheit von Fenstern und Türen können dann, in Verbindung mit den verschiedenen Anforderungsprofilen, Einsatzempfehlungen abgeleitet werden. Diese ermöglichen es, allen Beteiligten die jeweils situativ und individuell optimale barrierefreie Lösung bei der Auswahl von Fenstern und Türen zu finden.

Hinweis:

Wörtliche Zitate aus z. B. Gesetzen, Verordnungen, Regelwerken wurden zur besseren Erkennbarkeit im Bericht kursiv gesetzt.



2 Recherche und Analyse

Es erfolgte eine Recherche der aktuellen Gesetzgebung und Normung zur Barrierefreiheit, ebenso wurden ähnliche Forschungsvorhaben betrachtet. Auch wurden staatliche Förderprogramme zum barrierefreien Bauen recherchiert.

Der zweite Teil der Recherche richtete sich auf die Anforderungen an Bauelemente und auf die Strategien der Hersteller (Projektpartner). Als Basis für die Auswahl der Probekörper der experimentellen Versuche, wurde ein Standardelement definiert.

Zuletzt wurde recherchiert, welche Informationen zu barrierefreien Fenstern und Türen von Fachverbänden Betroffener oder ähnlichen Plattformen veröffentlicht sind. Außerdem wurden Erfahrungen des Projektpartners (Pflegermanagement) eingeholt.

2.1 Gesetze und Verordnungen

Folgende Gesetze und Verordnungen, die die Thematik Barrierefreiheit enthalten wurden recherchiert:

- Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland (GG) [1]
- Verfassung des Freistaates Bayern (BV) [2]
- Gesetz zur Gleichstellung von Menschen mit Behinderungen (Behindertengleichstellungsgesetz – BGG) [3]
- UN-Behindertenrechtskonvention [4]
- EU-Bauproduktenverordnung (EU-BauPVO) [5]
- Musterbauordnung (MBO) [6]
- Bayerische Bauordnung (BayBO) [7]
- Muster-Verwaltungsvorschrift: Technische Baubestimmungen (MV V TB) [8]
- Vollzug des Art. 3 Abs. 2 S. 1 der Bayerischen Bauordnung (BayBO); Liste der als Technische Baubestimmungen eingeführten technischen Regeln. [9]

Die entsprechenden Auszüge aus diesen Gesetzen sind im Anhang gegeben.

Grundlegend ist, dass niemand wegen seiner Behinderung benachteiligt werden darf. Menschen mit und ohne Behinderung sollen gleichwertige Lebensbedingungen haben.

Barrierefrei sind bauliche Anlagen, *„wenn sie für Menschen mit Behinderungen in der allgemein üblichen Weise, ohne besondere Erschwernis und grundsätzlich ohne fremde Hilfe auffindbar, zugänglich und nutzbar sind“* (§4 BGG). Bundeseigene Bauten sollen nach §8 Abs.1 BGG hinsichtlich der anerkannten Regeln der Technik barrierefrei sein. Es können zwar auch andere Lösungen zielführend sein, doch die Landesbauordnungen seien einzuhalten.

Die Barrierefreiheit bei der Nutzung von Gebäuden ist eine der Grundanforderungen die in der Europäischen Bauproduktenverordnung an Bauwerke gestellt wird. *„Bei dem Entwurf und der Ausführung des Bauwerks müssen insbesondere die Barrierefreiheit und die Nut-*

zung durch Menschen mit Behinderungen berücksichtigt werden.“ Konkrete Anforderungen stellt die EU-BauPVO nicht.

Erste Konkrete Anforderungen an die Barrierefreiheit von Gebäuden in Deutschland stellt die Musterbauordnung. In den dort geforderten barrierefreien Wohnungen von Gebäuden mit mehr als zwei Wohnungen, müssen Wohn- und Schlafzimmer, eine Toilette/ Bad und eine Kochgelegenheit barrierefrei sein (§50 MBO). Fenster und Türen werden in diesem Zusammenhang nicht genannt, an diese werden in der MBO keine direkten Anforderungen gestellt. Außerdem ist fraglich, wie der Zugang zu Terrassen/ Balkonen zu behandeln ist bzw. ob dieser auch barrierefrei passierbar sein muss. §50 Abs.2 MBO enthält Anforderungen an öffentlich zugängliche Gebäude.

Laut §50 Abs.3 MBO muss die barrierefreie Gestaltung nicht unter allen Umständen erfolgen. Als Beispiel dafür wird eine „*ungünstige*“ vorhandene Bebauung genannt, bei der die Erfüllung der Anforderung mit einem unverhältnismäßigen Mehraufwand verbunden wäre. Dies ist ein wichtiger Aspekt in Bezug auf die Schwellenproblematik bei Fenstern und Türen. Insbesondere bei Fenstertüren zu Balkonen/ Terrassen im Bestand kann die, in DIN 18040-2 geforderte, schwellenlose Ausführung aufwendig sein.

Die Definition was ein unverhältnismäßiger Mehraufwand ist, ist laut [10] in den Bundesländern ganz unterschiedlich geregelt. Z. B. wäre in Berlin ein unverhältnismäßiger Mehraufwand, wenn die für die barrierefreie Gestaltung erforderlichen Zusatzkosten 20 % der Gesamtkosten der Baumaßnahme überschreiten.

In der bayerischen Bauordnung werden z. B. über die Vorgaben der Musterbauordnung hinaus Anforderungen hinsichtlich der Barrierefreiheit gestellt nach §48 Abs. 3 an bauliche Anlagen, überwiegend für Menschen mit Behinderung, Senioren, Personen mit Kleinkindern etc. Hinsichtlich des Mehraufwandes wird in §48 Abs. 4 unterschieden in Neubauten und Bestandsbauten. Bei letzteren soll ein gleichwertiger Zustand (wie bei Neubauten) hergestellt werden, wenn dieses „technisch möglich“ und dem Eigentümer gegenüber wirtschaftlich zumutbar ist. Auch dies ist hinsichtlich der „Schwellenproblematik“ bemerkenswert. Denn in DIN 18040-2 wird grundsätzlich eine schwellenlose Ausführung gefordert, seien Schwellen aber „technisch unabdingbar“, dürften diese max. 2 cm hoch sein.

Mit den Technischen Baubestimmungen werden allgemeine Anforderungen an bauliche Anlagen und Bauprodukte sowie an weitere Anlagen und Einrichtungen konkretisiert. Dazu kann z. B. auf technische Regeln Bezug genommen werden. Konkretisierungen können aber auch in anderer Weise erfolgen, etwa in Bezug auf Merkmale und Leistungen von Bauprodukten in bestimmten baulichen Anlagen. Die technischen Baubestimmungen stellen die anerkannten Regeln der Technik dar.

Laut den technischen Baubestimmungen (Teil A4 MVV TB) seien die Anforderungen an die Barrierefreiheit, insbesondere auch nach der oben genannten Musterbauordnung §50 erfüllt, wenn die entsprechenden technischen Regeln eingehalten werden. Die für die Barrierefreiheit relevanten technischen Regeln bestünden für das Barrierefreie Bauen in der Norm DIN 18040. Diese ist ein wesentliches Arbeitspapier in diesem Forschungsprojekt



und enthält im Teil 2 konkrete Anforderungen an die Gestaltung barrierefreier Fenster und Türen.

Laut Anlage A 4.2/3 MV V TB bezieht sich die Einführung der DIN 18040-2 unter anderem auf Wohnungen, soweit sie – je nach Landesrecht - nach § 50 Abs. 1 MBO barrierefrei sein müssen. Folgende Punkte, die bei der Anwendung der Technischen Baubestimmungen zu beachten sind, sind im Rahmen des Forschungsvorhabens relevant:

„1 Die Abschnitte 4.3.6 und 4.4 sowie alle Anforderungen mit der Kennzeichnung „R“ sind von der Einführung ausgenommen.“

2 Für Wohnungen nach § 50 Abs. 1 MBO¹ genügt es, wenn ein Fenster eines Aufenthaltsraums Abschnitt 5.3.2 Satz 2 entspricht.

[Quelle: MV V TB, Ausgabe August 2017, Anlage A 4.2/3]

Der oben zitierte Abschnitt 4.3.6 der DIN 18040-2 handelt von Treppen, Abschnitt 4.4 hat Warnen/ Orientieren/ Informieren/ Leiten zum Thema. Außerdem sind die Anforderungen an barrierefreie Wohnungen mit uneingeschränkter Rollstuhlnutzung (R-Wohnung) von der Einführung ausgenommen. Das bedeutet, dass die besonderen Anforderungen an rollstuhlgerechte Wohnungen nicht Gegenstand der bauordnungsrechtlichen Einführung sind. Im Abschnitt 5.3.2 Satz 2 der DIN 18040-2 steht, dass ein Teil der Fenster, die in Wohn- und Schlafräumen angeordnet sind, auch in sitzender Position einen Durchblick in die Umgebung möglich machen müssen.

Im Vollzug des Art. 3 Abs. 2 S.1 BayBO (Bayerische Bauordnung) werden ergänzende Hinweise zur Anwendung der DIN 18040 gegeben. In Abschnitt 7, welcher technische Regeln als Planungsgrundlagen behandelt, wird die Anforderung der BayBO hinsichtlich des barrierefreien Bauens durch den Verweis auf die DIN 18040, in den Teilen 1 und 2, konkretisiert. Wesentlicher Unterschied zur DIN 18040-2 besteht in folgenden Punkten, die in Anlage 7.3/02 des Vollzuges der BayBO dargestellt sind:

- Nach DIN 18040-2 muss mindestens ein Fenster pro Raum barrierefrei sein. Im Vollzug der BayBO wird dies eingeschränkt auf ein Fenster eines Aufenthaltsraumes je Wohnung.
- Nach DIN 18040-2 lassen Fenster mit einer Brüstung, die ab 60 cm über OFF¹ durchsichtig ist, einen Durchblick in die Umgebung zu. Im Vollzug der BayBO wird gesagt, dass zudem auch Fenster zulässig sind, deren Brüstung 70 cm über OFF hoch sind. Begründet wird dies mit der höheren Sicherheit für Kinder.
- Der Freisitz (Balkon, Terrasse oder Loggia) ist nicht zwingender Bestandteil einer barrierefreien Wohnung.

Die Abweichende Regelung zur Sicherheit von Kindern tritt häufig in Konflikt mit den Anforderungen an die Barrierefreiheit. Ein Beispiel ist die Forderung leicht zu öffnender Türen und Fenster der DIN 18040-2. Dies ermöglicht unter Umständen auch sehr kleinen Kindern das Bedienen von Fenstern und Türen, was von den aufsichtspflichtigen Personen häufig nicht gewünscht ist.

¹ Oberkante (oder Oberfläche) Fertigfußboden, kurz OFF, OKFF, OKF, OKFFB, OKFB

2.2 Normen zur Barrierefreiheit

2.2.1 Deutsche Normen zur Barrierefreiheit

In Deutschland ist die wesentliche Norm zum barrierefreien Bauen die DIN 18040. Diese Norm verfügt über drei Teile. Für das Forschungsprojekt sind die Teile 1 und 2 relevant. Teil 1 enthält, bis auf die Forderung großflächig verglaste Glasflächen zu markieren, ausschließlich Regelungen zu Türen, wobei die formulierten Anforderungen in beiden Teilen weitgehend identisch sind. Lediglich Teil 2 enthält auch Regelungen zur barrierefreien Gestaltung von Fenstern. Die Regelungen der DIN 18040-2 zu Türen und Fenstern sind im folgenden Kapitel ausführlich dargestellt.

DIN 18040 Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen

Teil 1 Öffentlich zugängliche Gebäude (DIN 18040-1:2010-10) [11]

Teil 2 Wohnungen (DIN 18040-2:2011-09) [12]

Teil 3 Öffentlich zugänglicher Verkehrs- und Freiraum (DIN 18040-3:2014-12) [13]

In den normativen Verweisungen der DIN 18040-2 werden folgende Normen und Regelwerke aufgeführt:

- DIN 18650, Automatische Türsysteme
- 18650-1 Produkthanforderungen und Prüfverfahren
- 18650-2 Sicherheit an automatischen Türsystemen
- DIN 32976, Blindenschrift — Anforderungen und Maße
- DIN EN 81-70:2005-09 Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Aufzügen — Besondere Anwendungen für Personen- und Lastenaufzüge — Teil 70: Zugänglichkeit von Aufzügen für Personen einschließlich Personen mit Behinderungen; Deutsche Fassung EN 81-70:2003 + A1:2004
- DIN EN 1154, Schlösser und Baubeschläge — Türschließmittel mit kontrolliertem Schließablauf — Anforderungen und Prüfverfahren
- DIN EN 12217:2004-05, Türen — Bedienungskräfte — Anforderungen und Klassifizierung
- DIN EN 13115:2001-11, Fenster — Klassifizierung mechanischer Eigenschaften — Vertikallasten, Verwindung und Bedienkräfte
- BGR 181, BG-Regel — Fußböden in Arbeitsräumen und Arbeitsbereichen mit Rutschgefahr. Herausgegeben durch: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung DGUV
- GUV-I 8527 GUV-Informationen — Bodenbeläge für nassbelastete Barfußbereiche. Herausgegeben durch: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung DGUV



Zudem werden folgende Regelwerke im Literaturverzeichnis der DIN 18040-2 aufgeführt:

- DIN 32975:2009-12, *Gestaltung visueller Informationen im öffentlichen Raum zur barrierefreien Nutzung*
- DIN 32984, *Bodenindikatoren im öffentlichen Verkehrsraum*
- Gesetz zur Gleichstellung behinderter Menschen; Kurztitel „BGG Behindertengleichstellungsgesetz“ vom 27. April 2002; letzte Änderung vom 1. Januar 2008, BGBl. I S. 1468 und BGBl. I S. 3024, 30343)
- Richtlinie für taktile Schriften, Broschüre des Deutschen Blinden- und Sehbehindertenverbandes, zu beziehen unter www.gfuv.de

Die Bodenindikatoren-Norm DIN 32984 ist mit Ausgabedatum Juni 2018 als Entwurf neu erschienen. Die zuletzt aufgeführte Richtlinie für taktile Schriften ist eingeflossen in DIN 32986:2015-01 Taktile Schriften und Beschriftungen - Anforderungen an die Darstellung und Anbringung von Braille- und erhabener Profilschrift.

DIN 32975 gibt ausführliche Hinweise über die Gestaltung visueller Informationen. Diese Norm wird in DIN 18040-2 mehrmals in Bezug auf eine kontrastierende Gestaltung, Schriftgrößen, Leuchtdichtekontraste genannt. Nach DIN 32975 sollten Informationen so dargestellt werden, dass diese möglichst viele Menschen im öffentlichen Raum, mit und ohne Behinderung, erreichen [14]. Verbesserungen für Sehbehinderte seien ebenso für Nichtsehbehinderte vorteilhaft. In dieser Norm werden entsprechende Maßnahmen konkretisiert z. B. wie Hindernisse, Bedienelemente, Niveauwechsel, Übergangsbereiche zu kennzeichnen sind. Auch werden Gestaltungsanforderungen erläutert, dies umfasst etwa die geforderten Kontraste für die Kennzeichnung von Bedienelementen.

DIN 32975:2009-12 Gestaltung visueller Informationen im öffentlichen Raum zur barrierefreien Nutzung

Das zentrale Dokument hinsichtlich der allgemeinen Anforderungen die an Fenster und Türen gestellt werden, ist die DIN EN 14351. Hier werden die Leistungseigenschaften von Fenstern und Türen beschrieben. Anders als z. B. die Schlagregendichtheit oder die Einbruchhemmung, ist die Barrierefreiheit an sich keine Leistungseigenschaft nach diesem Dokument und wird nicht erwähnt. Zur leichten Bedienbarkeit von Fenstern und Türen werden in DIN 18040-2 Anforderungen an deren Bedienungskräfte gestellt. Dies ist eine Leistungseigenschaft nach DIN EN 14351 [15]. Demnach sind Bedienungskräfte handbetätigter Fenster nach EN 12046-1 zu prüfen und die Ergebnisse sind nach EN 13115 anzugeben. Bedienungskräfte von handbetätigten Türen sind nach EN 12046-2 zu prüfen und die Ergebnisse nach EN 12217 anzugeben. Wenn die in DIN 18040-2 geforderten Bedienungskräfte nicht eingehalten werden können, fordert diese Norm den Einsatz von kraftbetätigten Elementen. Häufig werden automatische Türsysteme eingesetzt. Diese sind in DIN 18650 geregelt.

- DIN EN 14351-1:2016-12 Fenster und Türen - Produktnorm, Leistungseigenschaften – Teil 1: Fenster und Außentüren
- DIN EN 12217:2015-07 Türen - Bedienungskräfte - Anforderungen und Klassifizierung
- DIN EN 13115: 2001-11 Fenster - Klassifizierung mechanischer Eigenschaften - Vertikallasten, Verwindung und Bedienkräfte
- DIN EN 12046 Bedienungskräfte - Prüfverfahren
Teil 1: Fenster (DIN EN 12046-1:2004-04)
Teil 2: Türen (DIN EN 12046-2:2000-12)
- DIN 18650:2010-06 Automatische Türsysteme
Teil 1: Produkthanforderungen und Prüfverfahren
Teil 2: Sicherheit an automatischen Türsystemen

Hinweise zur Barrierefreiheit von Fenster und Türen finden sich in weiteren Normen. Beispielsweise zu nennen sind:

- DIN 18533-1:2017- Abdichtung von erdberührten Bauteilen - Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze
- E DIN 18105:2014-10 Eigenschaften und Anforderungen an Wohnungsabschluss-türen

Diese Normen enthalten keine Vorgaben an das Bauteil direkt, allerdings Montagehinweise zum Abdichten niveaugleicher Schwellen.

2.2.2 DIN 18040-2 Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen Teil 2: Wohnungen

Aufgrund der besonderen Bedeutung der DIN 18040-2 für dieses Forschungsprojekt werden die wesentlichen Anforderungen an Fenster und Türen im Folgenden dargestellt.

An Türen von Wohngebäuden stellt die DIN 18040-2 detaillierte geometrische Anforderungen, diese sind als Auszug in Tabelle 1 gegeben. Außerdem enthält die Norm weitere Anforderungen. Diese sind im Wesentlichen:

- Differenzierung zwischen Anforderungen an Wohnungseingangstüren und Türen innerhalb von Wohnungen (z. B. geringere lichte Durchgangsbreite von 80 cm).
- Türen müssen, auch für blinde und sehbehinderte Menschen, deutlich erkennbar und sicher bedienbar sein. Ganzglastüren erfordern eine Sicherheitsmarkierung.
- Untere Anschläge von Türen sowie Schwellen sind unzulässig, falls „technisch unabdingbar“ darf die maximale Schwellenhöhe 2 cm betragen.
- Zum Öffnen und Schließen von Türen dürfen maximal Bedienkräfte und -momente der Klasse 3 nach DIN EN 12217:2004-05 erforderlich sein. Alternativ sind automatische Türsysteme einzusetzen.
- Es werden Anforderungen an Türschließer gestellt.
- Bedienelemente von Türen sind „greifgünstig“ auszubilden, geeignet sind z. B. bogen- oder U-förmige Griffe, ungeeignet sind Drehgriffe.

- Für die Bedienbarkeit von Türen werden je nach Öffnungsart Bewegungsflächen definiert.
- Auch bei Bedienelemente von Kommunikationsanlagen ist auf Erkennbarkeit (z. B. kontrastierende Gestaltung, erkennbare Funktion), Erreichbarkeit (z. B. Greifhöhe) und Bedienbarkeit (z. B. Mindestgröße und geringe Bedienkräfte zur Betätigung von Tastern) zu achten.

Tabelle 1 Geometrische Anforderungen an Türen. Auszug aus DIN 18040-2 [12]

	Komponente	Geometrie	Maße in cm
Alle Türen			
1	Durchgang	Lichte Breite	≥ 90
2		Lichte Höhe über OFF	≥ 205
3	Leibung	Tiefe	≤ 26 ^a
4	Drücker, Griff	Abstand zu Bauteilen, Ausrüstungs- und Ausstattungselementen	≥ 50
5	Zugeordnete Beschilderung	Höhe über OFF	120 bis 140
Manuell bedienbare Türen			
	Das Achsmaß von Greifhöhen und Bedienhöhen beträgt grundsätzlich 85 cm über OFF. Im begründeten Einzelfall, z. B. wenn in dem Wohngebäude keine Wohnung für uneingeschränkte Rollstuhlnutzung vorhanden ist, sind andere Maße in einem Bereich von 85 cm bis 105 cm vertretbar.		
6	Drücker	Höhe Drehachse über OFF (Mitte Drückernuss)	85 (≤ 105)
7	Griff waagrecht	Höhe Achse über OFF	
8	Griff senkrecht	Greifhöhe über OFF	
Automatische Türsysteme			
9	Taster	Höhe (Tastermitte) über OFF	85
10	Taster Drehflügeltür/ Schiebetür bei seitlicher Anfahrt	Abstand zu Hauptschließkanten ^b	≥ 50
11	Taster Drehflügeltür bei frontaler Anfahrt	Abstand Öffnungsrichtung	≥ 250
		Abstand Schließrichtung	≥ 150
12	Taster Schiebetür bei frontaler Anfahrt	Abstand beidseitig	≥ 150
OFF = Oberfläche Fertigfußboden			
^a Rollstuhlnutzer können Türdrücker nur erreichen, wenn die Greiftiefe nicht zu groß ist. Das ist bei Leibungstiefen von max. 26 cm immer erreicht. Für größere Leibungen muss die Nutzbarkeit auf andere Weise sichergestellt werden.			
^b die Hauptschließkante ist bei Drehflügeltüren die senkrechte Türkante an der Schlossseite.			

Auch an Fenster werden in DIN 18040-2 Anforderungen gestellt. So muss zumindest ein Fenster im Raum leicht bedienbar sein. Die Anforderung ist in DIN 18040-2 jedoch unklar formuliert, was aus unten stehendem Zitat deutlich wird. Unklar ist, ob zur Bedienung sowohl eine maximale Kraft und ein maximales Moment eingehalten werden müssen oder ob nur eine dieser Anforderungen genügt.

„Leicht zu öffnen und zu schließen sind Fenster, wenn – der manuelle Kraftaufwand (Bedienkraft) zum Öffnen und Schließen von Fenstern höchstens 30 N, das maximale Moment 5 Nm beträgt (Klasse 2 nach DIN EN 13115);“ [Quelle: DIN 18040-2:2011-09]

Folgende weitere Anforderungen an Fenster sind in DIN 18040-2 enthalten:

- Um uneingeschränkt mit dem Rollstuhl nutzbar zu sein, muss der Fenstergriff im Bereich von 85 cm bis 105 cm angeordnet sein. Alternativ ist ein automatisiertes Element einzusetzen.
- Um auch sitzenden Nutzern einen Ausblick zu ermöglichen, muss ein Teil der Brüstungen von Fenstern in Wohnräumen und Schlafräumen ab 60 cm über OFF durchsichtig sein.
- Die barrierefreie Nutzbarkeit wird auch für Freisitze, wie z. B. Terrassen und Balkone, gefordert, die zu einer Wohnung gehören. Die schwellenlose Erreichbarkeit wird auch hier ausdrücklich gefordert.

2.2.3 Normen deutschsprachiger Nachbarländer

In **Österreich** ist das barrierefreie Bauen in der ÖNORM B 1600 geregelt.

ÖNORM B 1600:2017-04-01 Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen

Im Vorwort wird erläutert für wen die baulichen Maßnahmen zur Barrierefreiheit vorteilhaft sind. Dies sind behinderte Menschen, aber auch solche, die nur vorübergehend bewegungs- oder sinnesbehindert sind. Als Beispiele werden Träger von Gipsverbänden, Schwangere, Personen mit Kinderwagen oder Lasten, Kinder und ältere Menschen genannt. Auch wird darauf hingewiesen, dass bei Einhaltung der Vorgaben eine gute Basis für einen langen Verbleib in der bekannten Wohnumgebung geschaffen ist. Bei unvorhergesehener Behinderung oder im Alter wären mit dieser Basis nur noch geringfügige Anpassungen erforderlich.

Die wichtigsten Regelungen zu Fenstern und Türen sind im Folgenden stichpunktartig aufgeführt. Anders als in der deutschen Norm ist neben einer max. Schwellenhöhe bei erforderlichen Schwellen, auch deren gute Überrollbarkeit gefordert. Als Vorgabe für die Bedienkraft werden ausschließlich Kräfte, keine Drehmomente, gefordert. Bemerkenswert ist ebenfalls, dass bei Türen mit Selbstschließenrichtungen deren Bedienkräfte vor Ort gemessen werden müssen.



Kapitel 5 Gebäude

5.1 Eingänge und Türen

- Regelungen zur nutzbaren Durchgangslichte
- Türschwellen und Niveauunterschiede generell vermeiden. Falls Schwelle „erforderlich“, nicht höher als 2 cm und **gut überrollbar**. Türanschlag max. 3 cm hoch, wenn erhöhte Anforderungen an den Schall- und Wärmeschutz bestehen.
- Bewegungsflächen (Anfahrbereiche)
- Leicht zu öffnende Türflügel
- Selbstschließeinrichtungen vermeiden. Einsatz nur, wenn sicherheitstechnisch erforderlich.
- Zum Bedienen des Türdrückers sind max. 30 N zulässig. Zum Öffnen/ Schließen des Türflügels max. 25 N. Überschreitet eine dieser Bedienkräfte die Vorgabe, ist eine kraftbetätigte Öffnungshilfe mit Schließverzögerung vorzusehen.
- Für Selbstschließeinrichtungen beträgt die max. Bedienkraft zur Betätigung der Tür 25 N.
- Bei der Verwendung von Türen mit Selbstschließeinrichtungen ist die notwendige Bedienkraft vor Ort zu prüfen.
Anmerkung: Dies steht noch im Entwurf der Norm von 2013, die Prüfanordnung wird im Anhang beschrieben. Nach [16] wurde dieser Anhang in der Neuauflage der Norm gestrichen.
- Regelungen zur zulässigen Bedienkraft von Türen, an die Brandschutzanforderungen gestellt werden.
- Gut umfassbare Form und Größe von Türgriffen. Geeignet sind Bügelgriffe. Unzulässig sind Drehgriffe, Knäufe, Muschelgriffe.
- Regelungen zu automatischen Türen
- Markierung von Glastüren
- Anmerkung: in ÖNORM 1600 werden zur Kontrastierung Lichtreflexionsgrade verwendet, in der DIN 18040-2 Leuchtdichteunterschiede.

5.7 Freibereiche (Balkon, Terrasse, Loggia u. dgl.)

- Wenn Türanschläge von Außentüren zu Freibereichen „notwendig“ sind, sollten diese kleiner als 2 cm hoch sein. Maximal dürfen diese Türanschläge 3 cm hoch sein. Wenn erforderlich, müssen Sonderkonstruktionen ausgeführt werden.
- Anmerkung: Beispiele für Sonderkonstruktionen werden nicht genannt.

Informativer Anhang

Die ÖNORM B 1600 enthält im informativen Anhang eine Aufzählung der betroffenen Personengruppen. Dies sind Menschen mit Mobilitätsbehinderungen, Sinnesbehinderungen und solche mit intellektueller Behinderung. Zu den einzelnen Personengruppen werden deren typische Einschränkungen dargestellt und welche Planungsgrundsätze zu beachten sind.

- Menschen mit Mobilitätsbehinderungen. Diese sind weiter unterteilt in:
 - Menschen mit Gehbehinderung
 - Menschen mit Greifschwierigkeiten
 - kleinwüchsige Menschen
 - Menschen, die darauf angewiesen sind, einen mechanischen Rollstuhl zu benutzen und
 - Menschen, die darauf angewiesen sind, einen elektrischen Rollstuhl zu benutzen
- Menschen mit Sinnesbehinderungen. Diese sind weiter unterteilt in:
 - Menschen mit Sehbehinderungen
 - Blinde Menschen
 - Menschen mit Hörbehinderung
 - gehörlose Menschen
- Menschen mit intellektueller Behinderung. Diese benötigen eine einfache Sprache um Informationen verstehen zu können und ein leicht zu verstehendes Orientierungssystem.

Diese verschiedenen Nutzergruppen sind aufgrund ihrer vorrangigen Beeinträchtigungen spezifisch eingeschränkt bzw. haben spezifische Möglichkeiten sich zu bewegen oder Informationen wahrzunehmen. Zur Berücksichtigung dieser Eigenschaften werden in ÖNORM B 1600 Planungsgrundsätze dargestellt, die Tabelle 2 stichpunktartig aufzeigt.



Tabelle 2 Planungsgrundsätze für Barrierefreies Bauen in Abhängigkeit der betroffener Personengruppe. Aus [17].

Betroffene Personengruppe	Planungsgrundsätze
Menschen mit Mobilitätsbehinderungen	
Menschen mit Gehbehinderung	<ul style="list-style-type: none"> • Durchgangsbreiten: <ul style="list-style-type: none"> ○ Menschen mit Stock 70 cm ○ Menschen mit Krücken 90 cm (bei Türen und Durchgängen sind 80 cm ausreichend) ○ Menschen mit Rollator/ Gehgestell 80 cm ○ Mehrpunkt-Gehstöcke 100 cm • Greifhöhe im Stehen max. 160 cm • Sitzhöhe 45 cm bis 50 cm • Rückenlehnen und Armstützen erforderlich
Menschen mit Arm- oder Handbehinderung	<ul style="list-style-type: none"> • Greifhöhe im Stehen 85 cm bis 120 cm • Greifhöhe im Sitzen 70 cm bis 100 cm
Kleinwüchsige Menschen	<ul style="list-style-type: none"> • Spezifisch • Greifhöhe max. 100 cm • Durchschnittliche Augenhöhe 85 cm • Leichte Bedienbarkeit von Elementen
Menschen, die darauf angewiesen sind, einen Rollstuhl zu benutzen	<ul style="list-style-type: none"> • Standardmaße Rollstuhl mechanisch/ elektrisch • Sitzhöhe • Höhe von Armstützen • Höhe von Schiebegriffen 80 cm bis 95 cm • Fahrbreite und Durchfahrtsbreite • Aktionsradius ab Körpermitte zur Seite 45 cm bis 70 cm, nach vorne 35 cm bis 60 cm • Bewegungsfläche • Greifhöhe zwischen 40 cm und 120 cm, eingeschränkte Greifhöhe zwischen 70 cm und 100 cm • Bedienelemente optimal auf 85 cm Höhe • Kraftaufwand zum Betätigen von Bedienelementen in direkter normaler Richtung max. 2 N (bei 85 cm Bedienelementhöhe). • Augenhöhe (100-120 cm) und Kniehöhe (65-70 cm) • Mindesthöhe für Unterfahrbarkeit mit Knien und Füßen
Menschen mit Sinnesbehinderungen	
Menschen mit Sehbehinderungen	<ul style="list-style-type: none"> • Visuelle Informationen und Orientierungshilfen vorsehen, die stark kontrastierend sind
Blinde Menschen	<ul style="list-style-type: none"> • Informationen und Situationsänderungen taktil und/ oder akustisch vermitteln • Beschriftungen in taktiler Normalschrift, ergänzend in Braille-Schrift sind vorzuziehen
Menschen mit Hörbehinderung	<ul style="list-style-type: none"> • Unverzerrte, akustische Informationen ergänzt durch induktive Höranlagen • Hilfreich ist visuelle Information • Ausreichende Beleuchtung zum Absehen/ Lippenlesen
Gehörlose Menschen	<ul style="list-style-type: none"> • Visuelle Information • Simultane Übersetzung in Gebärdensprache hilfreich • Ausreichende Beleuchtung zum Absehen/ Lippenlesen

In Tabelle 3 ist eine Auswahl von Anforderungen der deutschen Norm DIN 18040-2, den Anforderungen der entsprechenden österreichischen und schweizerischen Normen gegenübergestellt. Die österreichische Norm lag in einer Ausgabe von 2005 sowie der aktuellen Ausgabe vor. Hier sollen die gezeigten Anforderungen beider Ausgaben die Entwicklung der Anforderung aufzeigen.

Zu allen ausgewählten Anforderungen finden sich Regelungen in beiden Nachbarländern. Das Anforderungsniveau unterscheidet sich stark bei Türschwellen. Nach ÖNORM B 1600 sind Niveauunterschiede zwar zu vermeiden, aber 2 cm Schwellenhöhe sind zulässig, wenn eine gute Überrollbarkeit gegeben ist. Für Außentüren sind sogar 3 cm zulässig. Nach DIN 18040-2 sind Schwellen nicht zulässig, falls „technisch unabdingbar“ darf die Schwellenhöhe aber max. 2 cm betragen. Die Schweizer Regelung bewegt sich zwischen diesen Anforderungen.

Die geforderte maximale Bedienkraft von Fenstern und Türen ist ganz unterschiedlich geregelt. Während es in DIN 18040-2 Regelungen für Fenster und Türen gibt, enthalten die Normen der gewählten Nachbarländer nur Regelungen zu Türen. Das Anforderungsniveau ist ähnlich, nachdem die Anforderungen der ÖNORM stark verschärft wurden. Verschieden ist auch die geregelte Art der Bedienkraft. In DIN 18040-2 werden Kräfte und Drehmoment genannt, in Österreich unterschiedliche Kräfte für die Bedienung von Türdrücker und Türblatt, in der Schweiz allein eine max. Kraft.

Größere Unterschiede gibt es auch in der Forderung nach der Mindestbreite, die seitlich zu Bedienelementen als Bedienfläche gegeben sein muss. Die Anforderungen reichen hier von 50 cm bis 70 cm. Außerdem unterscheiden sich die Vorgaben zur Höhe von Bedienelementen. In DIN 18040-2 ist mit 85 cm im Regelfall die Griffhöhe auf die Bedürfnisse von Rollstuhlnutzern angepasst. Im regulativen Teil der ÖNORM wird nicht nach Nutzer unterschieden, aber ein Greifbereich angegeben, dessen Untergrenze dem Optimum für Rollstuhlfahrer entspricht. Die SIA 500 unterscheidet zwischen einem generellen Bereich der Bedienhöhe zwischen 80-100 cm und einem auf Rollstuhlfahrer angepassten Bereich. Dieser ist mit 70-80 cm deutlich niedriger, als in den Vergleichsnormen.

Tabelle 3 Orientierender Überblick über Anforderungen zu Türen und Fenstern in der DIN 18040-2 im Vergleich mit Normen zur Barrierefreiheit deutschsprachiger Nachbarländer. Quelle der Angaben zur SIA 500 ist der Leitfaden barrierefreies Bauen – Umsetzung neuer Normen [18].

Anforderung	DIN 18040-2:2011-09	ÖNORM B 1600 Ausgabe 2005 05 01 / Ausgabe 2017/04	SN 521 500:2008 (SIA 500)
Max. zulässige Höhe von Türschwelle	Schwelle sind nicht zulässig, falls „technisch unabdingbar“ 2 cm	Generell 2 cm, für Außentüren (direkt bewittert) max. 3 cm und Anmerkung: auf gute Überrollbarkeit sollte geachtet werden/ Generell 2 cm und „müssen“ gut überrollbar sein. Bei erhöhten Anforderungen an Schall- und Wärmeschutz 3 cm	2,5 cm
Nutzbare lichte Durchgangsbreite von Türen mind.	90 cm	80 cm/ 80 cm, bei zweiflügeligen Türen der Gangflügel, 90 cm für Wohnungseingangstüren	80 cm
Mindestbreite der Bewegungsfläche zum Bedienen von Bedienelementen in cm	50 cm Abstand zu Bauteilen, Ausrüstungs- und Ausstattungselementen	50 cm Abstand zur Raumecke/ 50 cm seitlicher Abstand des Anfahrbereiches an der Seite des Türdrückers mind. an Wohnungseingangstür, Tür zum Sanitärraum, Tür zu einem Aufenthaltsraum (Schlafen)	70 cm beidseitig
Höhe von Bedienelementen	Generell 85 cm (Höhe Drehachse über OFF). Wenn keine Rollstuhlnutzung, dann zwischen 85 - 105 cm	85 - 100 cm/ 80 - 110 cm. Im informativen Anhang werden 85 cm als optimal für Rollstuhlfahrer genannt.	Generell 80 - 110 cm, für Rollstuhlbenutzung vorzugsweise 70 - 80 cm
Max. Bedienkraft zum Auslösen von Bedienfunktionen	Tür, handbetätigter Beschlag 25 N/2,5 Nm (Klasse 3 nach DIN EN 12217) Fenster, handbetätigter Beschlag 30 N/5 Nm (Klasse 2 nach DIN EN 13115)	Tür 25 N, auch bei Türen mit Selbstschließenrichtung. Fenster 60 N oder 6 Nm/ 30 N für Türdrücker, 25 N für Türflügel, auch bei Selbstschließenrichtung	Türbedienung 30 N

2.2.4 Internationale Norm zur Barrierefreiheit

Eine internationale Norm zur Barrierefreiheit ist die ISO 21542. Die wichtigsten Inhalte/ Regelungen dieser Norm hinsichtlich Fenstern und Türen sind im Folgenden stichpunktartig zusammengefasst. Im Wesentlichen wird gegenüber der deutschen DIN 18040-2 nicht nur eine max. Schwellenhöhe vorgeschrieben, sondern auch gefordert, dass Schwellen ab einer Schwellenhöhe von 5 mm anzuschragen sind. Als max. Bedienkraft von Türen wird allein

eine Kraft von max. 25 N gefordert, anders als in der DIN 18040-2 werden keine Anforderungen an Drehmomente gestellt. An die Bedienkräfte von Fenstern werden keine Anforderungen gestellt.

Anders als in DIN 18040-2 wird gefordert, dass die Beschläge von Fenstern und Türen mit nur einer Hand bedienbar sein müssen. Im Hinblick auf die Sicherheit von Kindern wird außerdem gefordert, dass einfach zu öffnende Fenster eine Sicherung gegen das Herausfallen von Kindern haben müssen.

ISO 21542:2011-12 Gebäude - Barrierefreiheit von Gebäuden und sonstigen Bauwerken“ (Building construction - Accessibility and usability of the built Environment)

Kapitel Türen und Fenster

Türen und Türbeschläge

- Ungehinderte Breite mind. 80 cm, empfohlen wird 85 cm, ungehinderte Höhe mind. 2 m.
- Regelungen zur Erreichbarkeit von Türen.
- Wenn eine Schwelle vorgesehen ist, darf diese maximal 15 mm hoch sein. Wenn die Schwelle höher als 5 mm ist, muss diese angeschrägt und visuell kontrastierend zum benachbarten Boden ausgebildet sein.
- Wenn die benötigte Bedienkraft zum Öffnen der Tür 25 N übersteigt, muss eine automatische Türöffnung vorgesehen werden. Die zum Öffnen selbstschließender Türen erforderliche Kraft sollte 25 N betragen und diese Türen sollten einen (automatischen Tür-)Öffner haben.
- Besonderheiten bei Glastüren und Türen mit verglasten Bereichen.
- Visuelle Kontrastierung von Türen und Türbeschlägen zur Wand.
- Automatisch öffnende Türen/ Pendeltüren/ Karusselltüren/ Schiebetüren/ Falttüren.
- Türbeschläge sollten einfach zu erkennen, zu identifizieren, zu erreichen und zu bedienen sein. Sie sollten mit einer Hand bedienbar und zwischen 80 - 100 cm angeordnet sein, bevorzugt wird 90 cm. D-Hebelgriffe werden bevorzugt.
- Bewegungsflächen

Fenster und Fensterbeschläge

- Fenster sollten einfach zu öffnen und zu schließen und mit einer Hand bedienbar sein. Es werden aber keine Angaben zu den erforderlichen oder maximalen Bedienkräften gemacht.
- Einfach zu öffnende Fenster müssen eine Vorrichtung haben, die Kinder vor dem Herausfallen schützt.
- Bedienhöhe von Beschlägen zwischen 80 - 110 cm über dem Boden.
- Durchsicht für Rollstuhlfahrer ermöglichen indem die Unterkante der Verglasung nicht höher als 110 cm über dem Boden ist.
- Visuelle Kennzeichnung der Fenster.



Kapitel zu Menschlichen, Fähigkeiten und entsprechenden Überlegungen zur Gestaltung im informativen Anhang

Hier werden physische, sensorische und mentale Fähigkeiten grundsätzlich erläutert und genannt, wie diesen Fähigkeiten in der baulichen Umwelt entgegengekommen werden kann. Dann wird darauf hingewiesen, welche Bedürfnisse Menschen haben, die in dieser Fähigkeit eingeschränkt sind. Nutzergruppen, die die Einschränkung eines Menschen in den Vordergrund stellen werden so nicht definiert.

Es werden allgemeine Hinweise für eine rollstuhlgerechte Gestaltung gegeben. Im Wesentlichen werden die von Rollstuhlfahrern benötigten Bewegungsflächen und Greifbereiche dargestellt.

Es wird auf die visuellen Kontraste eingegangen.

Kapitel über Management- und Wartungsangelegenheiten im informativen Anhang

Um sicherzustellen, dass ein Gebäude einfach zugänglich und nutzbar, auch für beeinträchtigte Menschen ist, wird auf Wartungsmaßnahmen eingegangen. So sollten Türen, Türschließer und Baubeschläge gewertet werden. Auch sollten die Öffnungskräfte von selbstschließenden Türen überprüft werden, wie dies erfolgen soll wird nicht erwähnt. Bei Fenstern wird lediglich darauf hingewiesen diese sauber zu halten, um die Beleuchtung zu maximieren.

2.3 Leitfäden und Richtlinien

Zum Thema barrierefreies Bauen gibt es zahlreiche Leitfäden und Richtlinien unterschiedlichster Herausgeber, die Auswahl der hier vorgestellten sollen darüber einen Eindruck vermitteln. Auf deren Inhalte wird nur eingegangen, wenn die Regelungen ergänzend oder anderslautend gegenüber den Regelungen der DIN 18040 sind.

2.3.1 Leitfaden Barrierefreies Bauen - Hinweise zum inklusiven Planen von Bau- maßnahmen des Bundes

Herausgeber: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB). Berlin

4. Auflage, Stand Dezember 2016

Dieser Leitfaden ist hauptsächlich bestimmt für die Planer von Hochbaumaßnahmen oder Außenanlagen als Bauaufgaben des Bundes. Es werden die rechtlichen Grundlagen des barrierefreien Planens und Bauens erläutert und in den Verfahrensablauf nach den Richtlinien für die Durchführung von Bauaufgaben des Bundes einbezogen. Die Regelungen der DIN 18040-1 werden Handlungsfeldern zugeordnet. Darunter sind auch das Handlungsfeld Türen und das Handlungsfeld Fenster und Glasflächen. Anhand eines fiktiven Beispielprojektes wird der Umgang mit dem Leitfaden dargestellt.

2.3.2 Leitfaden Barrierefreies Bauen der bayerischen Architektenkammer

Exemplarisch soll auch dieser zweiteilige Leitfaden Barrierefreies Bauen genannt werden. Herausgeber sind die bayerische Architektenkammer, das Bayerische Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr sowie das Bayerische Staatsministerium für Arbeit und Soziales, Familie und Integration. Im Wesentlichen werden hier die Anforderungen der DIN 18040 dargestellt und auch anhand von Beispielen erläutert.

Barrierefreies Bauen - Planungsgrundlagen

- 01 Öffentlich zugängliche Gebäude
Leitfaden für Architekten, Fachingenieure, Bauherren und Interessierte zur DIN 18040, Teil 1.
Leitfaden Ausgabe Juli 2013, 1. Nachdruck März 2014
- 02 Barrierefreie Wohnungen
Leitfaden für Architekten, Fachingenieure, Bauherren und Interessierte zur DIN 18040, Teil 2.
Leitfaden Ausgabe Juli 2013, 1. Nachdruck März 2014

2.3.3 VDI 6008 Barrierefreie Lebensräume

Der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) hat zur Barrierefreiheit folgende Richtlinien herausgegeben:

- VDI 6008 Blatt1:2012-12 Allgemeine Anforderungen und Planungsgrundlagen
- Entwurf VDI 6008 Blatt 1.2:2014-12 Schulungen
- VDI 6008 Blatt2:2012-12 Möglichkeiten der Sanitärtechnik
- VDI/VDE 6008 Blatt 3:2014-01 Möglichkeiten der Elektrotechnik und Gebäudeautomation
- VDI 6008 Blatt 4:2017-11 Möglichkeiten der Aufzugs- und Hebetchnik

Blatt 1 und 2 werden laut VDI derzeit überarbeitet und geplant sind:

- VDI 6008 Blatt 5 Barrierefreie Lebensräume - Möglichkeiten der Ausführung von Türen und Toren
- VDI 6008 Blatt 6 Barrierefreie Lebensräume - Bildzeichen und bildhaft verwendete Schriftzeichen



2.3.4 Barrierefreie Gestaltung von Arbeitsstätten (ASR V3a.2)

Bek. d. BMAS v. 31.8.2012 - IIIb4 - 34602 - 18 -

Vom 31. August 2012 (GMBI S. 663)

Zuletzt geändert durch die Bek. vom 30. Juni 2017 (GMBI S. 398)

Die technische Regel für Arbeitsstätten ASR V3a.2 [19] ergänzt die jeweiligen bestehenden technischen Regeln für Arbeitsstätten um Vorgaben zur barrierefreien Gestaltung von Arbeitsplätzen. Hervorzuheben sind hier folgende Anforderungen mit exemplarischen Regelungen. Anders als in DIN 18040-2 wird in ASR V3a.2 ausdrücklich gesagt, dass kombinierte Öffnungsarten bei Fenstern und Türen für Menschen mit eingeschränkter Hand-/ Arm-Motorik ungeeignet sind.

Die Regelungen der DIN 18040-2 hinsichtlich der max. zulässigen Bedienkräfte versteht die ASR V3a.2 bei Türen und Fenstern so, dass sowohl Kraft als auch Drehmoment einzuhalten sind. Allerdings wird bei Türen (siehe Zitat unten) als Beispiel für Bedienung handbetätigter Beschläge, das Drücken des Türdrückers genannt und darauf die max. Bedienkraft von 25 N bezogen.

Abweichend von DIN 18040-2 fordert ASR V3a.2 den Höhenunterschied bei technisch erforderlichen Türschwellen durch eine Abschrägung auszugleichen. Sind hier Absätze integriert, dürfen diese max. 4 mm hoch sein. Die in ASR V3a.2 gegebene Skizze zeigt Abbildung 1.

Ergänzende Anforderungen zur ASR A1.6 „Fenster, Oberlichter, lichtdurchlässige Wände“

- Für sehbehinderte und blinde Menschen ist die Gefährdung durch geöffnete Fensterflügel z. B. durch Öffnungsbegrenzer zu vermeiden.
- Erreichbarkeit von Bedienelementen ist mit einer Höhe von 85 - 105 cm gegeben für kleinwüchsige Menschen, Menschen mit eingeschränkter Hand-/ Arm-Motorik sowie für Rollstuhlfahrer.
- Für die Nutzbarkeit von Bedienelementen handbetätigter Fenster durch Beschäftigte mit eingeschränkter Hand-/ Arm-Motorik sind kombinierte Bewegungen, wie etwa gleichzeitiges Drehen und Ziehen, ungeeignet.
- Bedienkraft für das Öffnen/ Schließen handbetätigter Fenster max. 30 N, Drehmoment für handbetätigte Beschläge von Fenstern max. 5 Nm. Diese Anforderung wird gestellt für folgende Beschäftigte: solche mit eingeschränkter Hand-/ Arm-Motorik und solche mit Gehilfe oder Rollstuhl

Ergänzende Anforderungen zur ASR A1.7 „Türen und Tore“

- Erreichbarkeit von Bedienelementen ist mit einer Höhe von 85 cm gegeben für kleinwüchsige Menschen, Menschen mit eingeschränkter Hand-/ Arm-Motorik sowie für Rollstuhlfahrer. Leichte Bedienbarkeit durch Beschläge, bei denen der Türgriff unterhalb des Schlosses liegt.
- Kombinierte Bewegungen zur Bedienung z. B. Drehen und gleichzeitig Drücken, sind ungeeignet.
- *„Für Beschäftigte, die eine Gehilfe oder einen Rollstuhl benutzen oder deren Hand-/ Arm-Motorik eingeschränkt ist, darf der maximale Kraftaufwand für das*

Öffnen von handbetätigten Türen und Toren zur Einleitung einer Bewegung, z. B. des Türblatts, und für die Bedienung handbetätigter Beschläge, z. B. des Drückers, nicht mehr als 25 N betragen. Das maximale Moment für handbetätigte Beschläge darf nicht größer als 2,5 Nm sein. Können die Maximalwerte für Kraft oder Drehmoment nicht eingehalten werden, sind kraftbetätigte Türen und Tore vorzusehen“ (Zitat aus ASR V3a.2, Anhang A1.7)

- Türschwellen sind zu vermeiden für Nutzer von Rollatoren und Rollstühlen oder für Menschen, die Schwierigkeiten haben den Fuß zu heben. Bei technischer Erfordernis dürfen Schwellen max. 2 cm hoch sein, jedoch ist dieser Niveauunterschied durch Schrägen auszugleichen. Diese Schrägen dürfen eine max. Steigung von 25° und einen max. Absatz von 4 mm aufweisen.

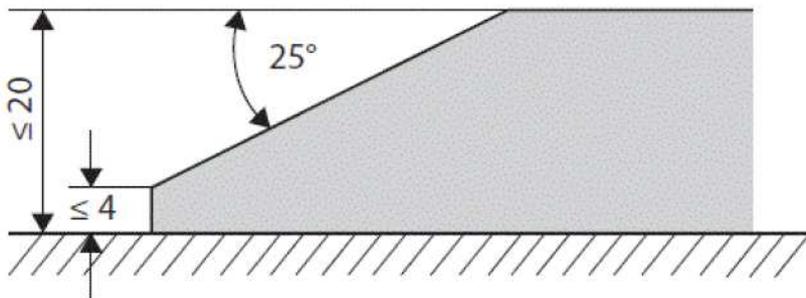


Abbildung 1 Beispiel für die geforderte Abschrägung einer technisch erforderlichen Türschwelle nach ASR V3a.2. Quelle: ASR V3a.2 Ausgabe 2017

In den technischen Regeln für Arbeitsstätten ASR A1.5/1,2 Fußböden [20] werden Stolperstellen definiert. Als Stolperstellen gelten:

- Höhenunterschiede von mehr als 4 mm in ebenen Fußböden in Räumen
- Spalte im Fußboden mit mehr als 20 mm Breite
- Roste mit Maschen von größer 35 mm x 51 mm

In einem Forschungsvorhaben [21] wurden Einflüsse der Ebenheit von Tritt- und Standflächen auf das Stolpern, Umknicken und Fehltreten analysiert. Dazu wurde in zahlreichen nationalen Vorschriften, Regelwerken und Normen recherchiert. Zu Stolperstellen wurden die meisten Angaben in Schriften der Berufsgenossenschaften gefunden. Dabei wurde als zulässige Unebenheit am häufigsten eine Stufung kleiner 4 mm angegeben. Stufungen größerer Höhe gelten in der Regel als gefährdungsrelevant für das Stolpern, Umknicken, Fehltreten.



2.3.5 ift-Richtlinien

- ift-Richtlinie FE-17/1 Einsatzempfehlungen für Fenster bei altersgerechtem Bauen und in Pflegeeinrichtungen – Anforderungen, Planungsgrundlagen, Konstruktion und Ausführung
April 2016

In dieser Richtlinie sollen wesentliche Zusammenhänge zwischen Gestaltung, Ausstattung und Ausführung von Fenstern in Pflegeeinrichtungen und den besonderen Nutzungsumständen aufgezeigt werden. Besonderes Augenmerk wird dabei auf typische Anwendungen in Wohn- und Pflegeheimen für Senioren gelegt. Viele Aussagen lassen sich auf den privaten Wohnbereich oder Wohnformen wie das betreute Wohnen übertragen.

In dieser Richtlinie werden unter anderem den Gestaltungs- und Schutzziele der DIN 18040 konkrete Hinweise zur konstruktiven Umsetzung gegenübergestellt. Dabei werden die verschiedenen Nutzungsszenarien in Pflegeheimen, wie z. B. Wohnraum und Dienstzimmer beachtet und es wird den unterschiedlichen Einschränkungen der Nutzer begegnet. Hervorzuheben ist unter anderem eine Beurteilung verschiedener Fensterarten hinsichtlich ihrer Eignung abhängig vom Nutzungsszenario.

- ift-Richtlinie FE-16/1 Einsatzempfehlungen für Fenster in Schulbauten
Oktober 2015

In dieser Richtlinie werden die wesentlichen Zusammenhänge zwischen Gestaltung, Ausstattung und Ausführung von Fenstern in Gebäuden mit der besonderen Nutzung als Schule aufgezeigt. Hinsichtlich der Barrierefreiheit sind bei Schulen häufig folgende Nutzergruppen anzutreffen:

- Menschen mit geringerer Körpergröße
- Menschen mit geringer Kraft in Hand und Arm
- Menschen mit reduzierter, geistiger Auffassung sowie reduziertem Sicherheitsbewusstsein

Soll diesen Nutzergruppen mit angebrachten Fensterelementen begegnet werden, werden Zielkonflikte ausgelöst. Z. B. kommen Menschen mit geringer Körpergröße niedrige Brüstungen und Fenstergriffe entgegen, solche Fenster sind aber auch leicht zu überklettern.

2.3.6 Informationszentrum Fenster und Fassaden (ifz)

ifz info TU-07/1 Barrierefreie Türen für den Wohnbereich – Barrierefrei gleich bewegungsfrei
Oktober 2011

Es werden die Forderungen zur Barrierefreiheit aufgezeigt und erläutert. Anhand praktischer Beispiele wird in dieser Richtlinie gezeigt, wie im eigenen Wohnbereich barrierefreie

Türen ausgeführt werden können. Ergänzend werden Förderprogramme als Investitionshilfe vorgestellt.

2.4 Förderprogramme

Im Kommentar zur DIN 18040-2 [22] sind einige Förderprogramme mit Bezug auf das barrierefreie Bauen dargestellt. Tabelle 4 gibt eine Übersicht über Programm und Zielgruppe, mit dem Hinweis ob Anpassungsmaßnahmen oder Bau und Erwerb gefördert werden. Bis auf die Förderung der gesetzlichen Krankenversicherung sind bei allen Programmen Anpassungsmaßnahmen förderfähig.

Für die aufgeführten Förderprogramme besteht kein Anspruch auf Aktualität. Die Nennung soll lediglich einen Eindruck vermitteln, in welchen Bereichen eine Förderung hinsichtlich des barrierefreien Bauens vorgesehen ist.

Tabelle 4 Förderprogramme zum barrierefreien Bauen. Auszug aus [22]

Programm	Anpassungsmaßnahmen	Bau und Erwerb	Zielgruppe/ Voraussetzung
KfW-Förderprogramm Altersgerecht Umbauen	x		Alle
Landeswohnbauprogramm	x	x	Familien, Alleinerziehende, Schwerbehinderte
Gesetzliche Unfallversicherung	x	x	Arbeitsunfallbedingte und arbeitswegunfallbedingte Maßnahmen
Gesetzliche Krankenversicherung			Krankheits- und behinderungsbedingte Maßnahmen
Gesetzliche Pflegeversicherung	x		Einstufung in eine Pflegestufe notwendig
Bundesversorgungsgesetz	x	x	Kriegsopfer, Wehrdienst-geschädigte u.a.
Integrationsamt (SGB IX)	x	x	Schwerbehinderte zur Eingliederung in das Berufsleben bzw. dessen Erhalt
Gesetzliche Rentenversicherung	x		Berufstätige Menschen
Bundesagentur für Arbeit	x		Menschen im Vermittlungsprozess bzw. Vorleistungspflicht bei Unklarheit
Bundessozialhilfegesetz	x		Menschen mit geringem Einkommen, Pflegebedürftige ohne Einstufung, Ältere

Das Förderprogramm der KfW und das bayerische Wohnungsbauprogramm, als Beispiel für ein Landeswohnungsbauprogramm, werden im Folgenden kurz vorgestellt. Zudem werden die förderfähigen Maßnahmen mit Bezug auf die Bauelemente Fenster und Türen erläutert.



2.4.1 KfW-Förderprogramm

Die Kreditanstalt für Wiederaufbau fördert, im Auftrag des Bundes, Maßnahmen zum altersgerechten Umbau. Bei der Förderung für Privatpersonen werden Umbaumaßnahmen gefördert, die zu einer Anpassung des Wohnbereiches führen, wenn z. B.

- eine Familie gegründet werden soll.
- im Alter möglichst lange das Wohnen im eigenen Eigentum ermöglicht werden soll.
- lediglich der Wohnkomfort oder die Sicherheit erhöht werden soll.

Für Privatpersonen bietet die KfW derzeit die Programme

- Kredit 159 [23]. Altersgerecht Umbauen – Kredit, sowie
- Zuschuss 455 Altersgerecht Umbauen – Investitionszuschuss – Barrierereduzierung an.

Diese Förderungen werden bereitgestellt für Umbaumaßnahmen oder beim Erwerb umgebauten Wohnraumes. Die förderfähigen Maßnahmen sind dabei untergliedert in Maßnahmen zum Einbruchschutz und Maßnahmen zur Barrierereduzierung. Diese Maßnahmen müssen technischen Mindestanforderungen der KfW gerecht werden. Außerdem wird ein Standard Altersgerechtes Haus bestimmt, der über die Einhaltung ausgewählter Maßnahmen definiert ist.

Die technischen Mindestanforderungen und förderfähigen Maßnahmen des Programms Altersgerecht Umbauen – Kredit 159 mit Bezug auf Fenster und Türen sind in Tabelle 5 zusammengefasst.

Bei Betrachtung der Maßnahmen zum Einbruchschutz wird deutlich, dass einige sowohl dem Einbruchschutz, als auch der Barrierefreiheit zuträglich sind. Allerdings müssen die Schutzziele der Barrierefreiheit beachtet werden. Bei barrierefreien Haus- und Wohnungseingangstüren ist die Förderung von nachträglichen Maßnahmen zum Wetterschutz hervorzuheben. Solche Maßnahmen wie z. B. die Anordnung eines Vordaches sind im Hinblick auf die Problematik von schwellenlosen Türen bei Schlagregenbelastung ausdrücklich zu empfehlen. Gefordert wird bei Haus- und Wohnungstüren auch die Bedienung mit geringem Kraftaufwand, allerdings werden keine einzuhaltenden Werte genannt. Ergänzend wird eine Abstellfläche im Eingangsbereich gefördert. Diese Maßnahme wird in der DIN 18040-2 nicht erwähnt, obgleich sie zur einfachen Bedienbarkeit beiträgt, da Bedienelemente mit freien Händen leichter betätigt werden können.

„Barrierearme Fenster“ werden nicht in diesem Förderprogramm gefördert, sondern über das Förderprogramm energieeffizientes Sanieren. In der Anlage zum Merkblatt des Kredits Energieeffizient Sanieren findet sich folgender Abschnitt:

„Bei der Erneuerung barrierearmer Fenster, Balkon- und Terrassentüren müssen diese mit einem geringen Kraftaufwand bedient werden können. Beim Ver- und Ent-

riegeln der Fenster muss das Drehmoment am Fenstergriff kleiner als 5 Nm und die auf das Hebelende aufgebrachte Kraft kleiner 30°N sein. Die Fenstergriffe dürfen nicht höher als 1,05 m über dem Fußboden angeordnet sein. Ist dies baustrukturell nicht möglich, sind automatische Öffnungs- und Schließsysteme förderfähig. Bei Balkon- und Terrassentüren darf die untere Schwelle eine Höhe von 2,0°cm nicht überschreiten.“ [24]

Hervorzuheben ist hier die Formulierung der Forderung nach den Bedienkräften barrierefreier Fenster. Für das Ver- und Entriegeln des Fenstergriffes muss sowohl ein Drehmoment, als auch eine Kraft am Hebelende eingehalten werden. Die geforderten Werte entsprechen denen in DIN 18040-2, doch lautet dort die Formulierung anders:

Leicht zu öffnen und zu schließen sind Fenster, wenn der manuelle Kraftaufwand (Bedienkraft) zum Öffnen und Schließen von Fenstern höchstens 30 N, das maximale Moment 5 Nm beträgt (Klasse 2 nach DIN EN 13115);

Die DIN 18040-2 ist hier wie bereits erläutert nicht eindeutig, da nicht klar ist, ob gleichzeitig die Kraft sowie das Drehmoment oder ob nur die Kraft oder das Drehmoment einzuhalten sind. Für die Praxis sinnvoller ist jedoch die Forderung nach einer max. Kraft, die am Hebelende aufzubringen ist, da dies der Bedienung durch den Nutzer entspricht.

Gefördert wird die Schaffung möglichst schwellenloser Freisitze. Solche werden auch in DIN 18040-2 behandelt, allerdings wird dort kein rutschfester Bodenbelag für den Freisitz gefordert. Hier ist außerdem unklar, ob nicht auch die Schwelle selbst bzw. das Schwellenprofil rutschfest ausgeführt werden sollte. Schließlich wird auch die Schwelle unter Umständen mit feuchtem Schuhwerk begangen.

In Bezug auf Bedienelemente, wie Taster und Schalter, wird in DIN 18040-2 nicht gesagt, welche Arten von Bedienelementen geeignet sind, nach Kredit 159 sind dies ausschließlich Kipp- und Tastschalter sowie bewegungsabhängige Schalter. Die geforderte Montagehöhe ist allerdings mit einem Bereich von 80 - 110 cm abweichend zur DIN 18040-2 mit grundsätzlich 85 cm oder, bei der Anordnung mehrerer Bedienelemente übereinander, im Bereich von 85 - 105 cm. Auch der seitliche Mindestabstand von Bedienelementen zu z. B. Raumecken unterscheidet sich. Hier fordert DIN 18040-2 mindestens 50 cm allerdings nur für Rollstuhlfahrer. Für den Kredit 159 sind allgemein mind. 25 cm ausreichend. Hier stellt sich die Frage, woraus sich abweichende Werte begründen und ob aus solchen Abweichungen nicht rechtliche Konflikte entstehen können.

Tabelle 5 Technische Mindestanforderungen und förderfähige Maßnahmen zum KfW-Förderprogramm Altersgerecht Umbauen - Kredit 159. Informationen aus der Anlage zum Merkblatt Altersgerecht Umbauen (Kredit 159) [25]

	Beschreibung der Maßnahme
	Maßnahmen zum Einbruchschutz
	<p>„- Einbau von Türspionen <i>Baugebundene Assistenzsysteme: Bild-(Gegensprechanlagen) - z. B. mittels Videotechnik, baugebundene Not- und Rufsysteme, Bewegungsmelder, Anwesenheits- und erweiterte Präsenzmelder, Türkommunikation, Beleuchtung, elektronische Antriebssysteme für Rollläden.“</i> [25]</p> <p>Zusätzlich förderfähige Nebenarbeiten: „- Maßnahmen zur ergänzenden Beschriftung, z. B. mit Braille- oder Reliefschrift je nach Bedürfnis des Nutzers, taktile Markierungen an Handläufen an Treppenan- und -austritten - Markierungen zur tastbaren Orientierung - Maler-, Putz- oder Estricharbeiten - Notwendige Folgearbeiten an angrenzenden Bauteilen - Elektroarbeiten, z. B. Verlegung von Steckdosen und Einbau zusätzlicher Steckdosen“ [25]</p> <p>Hinweis: Einbruchhemmende und barrierearme Fenster, Balkon- und Terrassentüren werden über die Programme energieeffizient Sanieren gefördert.</p>
	Einzelmaßnahmen zur Barrierereduzierung - Förderbereich: Eingangsbereich und Wohnungszugang
	<p>Folgende Eigenschaften müssen barrierearme Haus- und Wohnungseingangstüren aufweisen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lichte Durchgangsbreite von mind. 90 cm • Bedienelemente auf einer Höhe von 85 cm bis 105 cm • Bedienbar mit geringem Kraftaufwand • Stufen- und Schwellenlosigkeit, falls „baustrukturell“ nicht möglich max. 2 cm Schwellenhöhe • Ausreichende Bewegungsflächen • Gefördert werden hier außerdem nachträgliche Maßnahmen zum Wetterschutz wie z. B. ein Windfang <p>Zusätzlich förderfähige Nebenarbeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einbau von Türspionen oder (Bild-) Gegensprechanlagen • Automatische und/ oder kraftbetätigte Türantriebe • Ablagemöglichkeiten von Gegenständen im Eingangsbereich • Ergänzende Beschriftung z. B. mit Brailleschrift, taktile Markierungen • Maler-/ Putz-/ Estricharbeiten sowie Folgearbeiten, die an angrenzenden Bauteilen notwendig werden
	Einzelmaßnahmen zur Barrierereduzierung • Förderbereich: Anpassung der Raumgeometrie
	<ul style="list-style-type: none"> • die Verbreiterung von Türdurchgängen (Durchgangsbreite mind. 80 cm, Türdrücker auf einer Höhe von 85 - 105 cm, geöffnete Raumpartüren müssen eine Durchgangsbreite innerhalb des Flures von mind. 100 cm aufweisen.) • der Schwellenabbau (keine Schwellen in den Bewegungsflächen in der Wohnung) • die Erschließung/ Schaffung von Freisitzen (schwellenlos, wenn nicht möglich max. 20 mm, rutschfester Bodenbelag)

Beschreibung der Maßnahme	
Einzelmaßnahmen zur Barrierereduzierung	
<ul style="list-style-type: none"> • Förderbereich: Orientierung, Kommunikation und Unterstützung im Alltag 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Einbau/ Erweiterung von altersgerechten Assistenzsystemen ohne Endgeräte und Unterhaltungstechnik (Baugebundene Bedienungs- und Antriebssysteme für Türen, Innentüren, Jalousien, Rollläden, Fenster, Türkommunikation, Personenerkennung an Haus- und Wohnungstüren, intelligente Türschlösser, Gebäudeausrüstung mit vernetzter Gebäudesystemtechnik) • Maßnahmen zur Verbesserung der Orientierung und Kommunikation. Visuelle Unterstützung der Orientierung z. B. Farb- oder Materialkonzepte für Demenzkranke, ergänzende Beschriftungen z. B. mit Brailleschrift, Nachrüstung automatischer Antriebe für Türen/ Fenster/ Rollläden • Modernisierung von Bedienelementen (Kontrastierung, ergonomische Optimierung von z. B. Türdrückern und sonstigen Türbedienelementen) <p>Dabei müssen Bedienelemente:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ „<i>großflächig bemessen, tastbar wahrzunehmen und in ihrer Funktion erkennbar sein. Daher sind</i> ○ <i>ausschließlich Kipp- und Tastschalter zu verwenden. Bewegungsabhängige Schalter sind zulässig.</i> ○ <i>eine Montagehöhe zwischen 0,80 m - 1,10 m aufweisen.</i> ○ <i>zu Raumecken einen Mindestabstand von 0,25 m aufweisen. Dies gilt auch für Steckdosen, die</i> ○ <i>mindestens 0,40 m über dem Fußboden liegen müssen.“ [25]</i>
Alternativ zu den im Merkblatt Altersgerecht Umbauen (Kredit 159) dargestellten Maßnahmen, sind laut Merkblatt auch die Maßnahmen zum Erreichen von Barrierefreiheit nach DIN 18040-2 förderfähig.	

2.4.2 Bayerisches Wohnungsbauprogramm

Die einzelnen Bundesländer in Deutschland bieten Förderprogramme zum barrierefreien Bauen und Wohnen an, exemplarisch wird hier die Situation in Bayern betrachtet. Die Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr unterhält das Bayerische Wohnungsbauprogramm. Gefördert wird unter anderem auch das barrierefreie Wohnen. In der Wohnraumförderung Bayerns ist dazu die „Anpassung von Miet- und Eigenwohnraum an die Bedürfnisse von Menschen mit Behinderung“ als Fördergegenstand berücksichtigt.

„Für eine Förderung kommen beispielsweise folgende Maßnahmen in Frage:

- *Umbau einer Wohnung (behindertengerechter Wohnungszuschnitt mit ausreichenden Bewegungsflächen, Schwellenabbau, zum Beispiel an den Zugängen zu Terrassen, Loggien oder Balkonen)*
- *Einbau behindertengerechter sanitärer Anlagen (zum Beispiel Schaffung bodengleicher Duschplätze oder Einbau von Stütz- und Haltesysteme)*
- *Einbau solcher baulichen Anlagen, die die Folgen einer Behinderung mildern (zum Beispiel ein Aufzug oder eine Rampe für Rollstuhlfahrer, Nachrüstung von automatischen Tür-, Tor-, oder Fensterantrieben, Maßnahmen zur Verbesserung der Orientierung und Kommunikation wie taktile Markierungen oder ergänzende Beschriftungen mit Braille- oder Reliefschrift).“ [26]*

Die Auswahl der zu fördernden Haushalte richtet sich nach der sozialen Dringlichkeit der Anträge, ergänzend wird auf das Förderprogramm der KfW verwiesen.



2.5 Informationen von Verbänden Betroffener

2.5.1 Internetangebot www.einfach-teilhaben.de

Dieses Internetangebot wird herausgegeben vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales. Unter der Kategorie Bauen und Umbauen wird verwiesen auf:

- das Forschungsprojekt Reda
- die online Wohnberatung unter www.online-wohn-beratung.de
- das Internetportal www.nullbarriere.de
- die Förderprogramme der Bundesländer unter www.baufoerderer.de
- den Leitfaden zum barrierefreien Bauen etc.

Der größte Teil der sonstigen Informationen ist selbst barrierefrei. Die Informationen gibt es in Alltagssprache, leichter Sprache und Gebärdensprache. Die meisten Informationen kann man sich vorlesen lassen. Die Schriftgröße ist wählbar (normal und groß), ebenso der Kontrast der Darstellung.

2.5.2 Online-Wohnberatung des Barrierefrei Leben e.V.

Hier gibt es, was das barrierefreie Bauen betrifft, einen Ratgeber mit Tipps und Lösungsbeispielen für Umbau und Neubau. Im Unterpunkt Balkon und Terrasse werden Rampenlösungen für Balkon- und Terrassentürschwellen vorgestellt. Hier wird ein Hinweis für Selbstfahrer für die Überwindung von Schwellen mit Rampen gegeben. Nach der Formel (Rampenhöhe in cm x 100)/6 kann die benötigte Rampenlänge in Abhängigkeit der Schwellenhöhe errechnet werden. 6 bezieht sich dabei auf 6% Steigung. Bei einer 2 cm hohen Schwelle müsste die Rampe demnach etwa 30 cm lang sein.

Ist eine Pflege-/ Betreuungsperson vorhanden, können auch mobile Rampen verwendet werden. Diese sind einteilige oder mehrteilige Rampen- oder Brückenelemente, die an der Schwelle angelegt werden. Um Fenster oder Tür zu schließen, muss die Rampe wieder entfernt werden. Eine andere Lösung ist die Installation eines Schwenksitzes, der außen angebracht ist und den Nutzer aus dem Innenraum in den Außenraum transportiert.

Im Ratgeber zu Barrierefreien Terrassen-/ Balkontüren werden hauptsächlich Türen mit Magnetsdichtungen vorgestellt. Dazu werden Hinweise zum Ausgleichen von Höhenunterschieden gegeben z. B. Aufständigung des Balkonbodenbelags. Auf die besondere Bedeutung von Abdichtung und Entwässerung wird nicht eingegangen.

Zum einfachen Öffnen und Schließen von Fenstern werden folgende Hinweise gegeben:

- Eine bessere Erreichbarkeit kann durch das Umstellen von Möbeln erzielt werden.
- Es sind Fenstergriffverlängerungen in den Varianten fest montiert und mobil erhältlich um den Fenstergriff erreichen und bedienen zu können.
- Für die Kippfunktion können kraftbetätigte Antriebe nachgerüstet werden.

- Beim Austausch einbruchhemmende bzw. abschließbare Fenster vorsehen.
- Verweis auf kraftbetätigte Rollläden.
- Geeignet sind die Öffnungsarten Dreh- und Kippflügel, Schwingflügel nicht.
- Ausreichend Bewegungsfläche zur Bedienung von Fenstern vorsehen. Konkrete Angaben werden nicht gemacht.
- Vorgaben der DIN 18040 hinsichtlich der Griffhöhe.
- Es gibt Fenster, bei denen der Griff am unteren Flügelrahmen sitzt.

Für Haus- und Wohnungstüren werden folgende Hinweise gegeben:

- Türen leichter mit freien Händen bedienbar, darum Abstellflächen vorsehen.
- Mit Schließhilfen lässt sich die Bedienung des Schlosses erleichtern.
- Greifgünstig sind bogen- und U-förmige Griffe, Knäufe nicht.
- Scharniere und Türschloss können für eine bessere Leichtgängigkeit geölt werden, ansonsten Fachpersonal beauftragen.
- Elektrisches Türschließsystem, wenn dies manuell aufgrund körperlicher Einschränkungen nicht möglich ist.
- Elektrische Drehtürantriebe auch mit Fernbedienung, Funktaster bedienbar.
- Motorschlösser, die sich per Funk oder Zahlencode aufsperrern lassen.

Die Onlineberatung zeigt viele Möglichkeiten für Sanierung, Nachrüstung und Neubau. Es werden viele anschauliche Bilder gegeben, auch Vorher-Nachher Aufnahmen bei Umbauten.

Es fehlen Hinweise was bei Fenstern und Türen hinsichtlich der Barrierefreiheit noch zu beachten ist. z. B. Wechselwirkung von Griffhöhe und Bedienkraft beim Kippöffnen/-schließen und alternative Öffnungsarten wie z. B. Zwangssteuerung etc.

2.5.3 Internetportal www.nullbarriere.de

Nach eigenen Angaben ist dieses Portal das bedeutendste, deutschsprachige Internetportal zum Themenkreis barrierefreies Planen, Bauen und Leben.

Auf der Website werden die Regelungen der DIN 18040 (Barrierefreies Bauen), der DIN 32984 (Bodenindikatoren) sowie der DIN 32975 (Visuelle Informationen) erläutert. Es werden Planungshilfen gegeben, eine Expertendatenbank angeboten und ein Überblick zu Weiterbildungsangeboten gegeben.

Zu den Angeboten auf der Website gehört auch eine Produktdatenbank. Hier können Hersteller verschiedener Lösungen für mehr Barrierefreiheit ihre Produkte kostenpflichtig präsentieren. Unter der Produktdatenbank in der Kategorie Fenster und Türen wird auf die KfW-Förderung für altersgerechtes Umbauen verwiesen. Es werden kurz einige Vorgaben der DIN 18040 zu Türbreiten, Bewegungsflächen erläutert. Folgende Punkte werden genannt:



- Schwingflügel Fenster sind für Rollstuhlfahrer ungeeignet.
- Hinweis auf kraftbetätigte Elemente, wenn Bedienkräfte nicht eingehalten werden können.
- Hinweis auf Schiebetüren und Raumspartüren.
- Hinweis, dass Türen von Sanitärräumen nach außen aufgehen sollten, damit im Bad der Bewegungsraum nicht eingeschränkt wird.
- Hinweis, dass untere Türschwellen zu vermeiden sind, aber bei technischer Erfordernis diese max. 2 cm hoch sein dürfen. Zudem ein Hinweis, dass auf eine gute Überfahrbarkeit zu achten ist.

Folgende Produkte werden in der Produktdatenbank unter der Kategorie Fenster und Türen vorgestellt:

- Schwelle
 - Barrierefreie Türschwellen und Drainroste zur rückstaufreien Entwässerung
- Kraftbetätigte Türen
 - Drehtürantrieb
 - Automatische Drehtüren, Schiebetüren, Ansteuerelemente
 - Unsichtbarer, automatischer Türantrieb
- Türen
 - Raumspartür/ Sicherheitsfalltür mit neuartigem rollstuhlgerechten Stangenbeschlag
 - Raumspartür – Falt-Drehtür
 - Fingerschutztüren
 - Türschließer, Fluchtwegs- und Rettungswegsysteme
- Kraftbetätigte Fenster
 - Fensteröffner, Fensterlüftung, RWA
- Sonstiges
 - Gardinenlift
 - Taktile Beschilderungen und Bodenindikatoren

Es werden zwar die Anforderungen der DIN 18040-2 wiedergegeben, es fehlen aber konkretere Hinweise was bei Fenstern und Türen hinsichtlich der Barrierefreiheit noch zu beachten ist, z. B. Wechselwirkung von Griffhöhe und Bedienkraft beim Kippöffnen/-schließen, Hinweis auf Fenster mit Griff am unteren Flügelrahmen, alternative Öffnungsarten wie z. B. Zwangssteuerung etc.

2.5.4 Deutscher Blinden- und Sehbehindertenverband e.V.

Auf der Website des deutschen Blinden und Sehbehindertenverbandes werden unter anderem Hinweise für eine Erleichterung des Alltags gegeben. Hier wird die Broschüre „Wohnberatung für sehbehinderte und blinde Menschen“ von Richard Schmidt zitiert, die im Internet frei erhältlich ist. Hier finden sich folgende grundsätzliche Aussagen zu Türen:

- Eine kontrastreiche Gestaltung erhöht die Erkennbarkeit. Beispielsweise setzen sich ein kontrastreicher Türrahmen und ein farbig davon abgesetztes Türblatt stark von der Wandfläche ab.
- Zusätzlich können Bedienelemente von lichtundurchlässigen Türen die Aufmerksamkeit erhöhen, wenn diese farbig abgesetzt, glitzernd oder spiegelnd sind.
- Der Türfalz sollte ebenfalls kontrastreich gestaltet sein.
- Um eine Glastür aus 2 m Entfernung deutlich erkennen zu können, muss die Markierung bzw. der Kontraststreifen 8 cm breit/ hoch sein. Ist der Streifen wesentlich breiter, kann dieser wie eine Fläche wirken und wird nur noch schlecht erkannt.

Bei Schmidt wird auch geraten, Fensterbänke kontrastreich zu gestalten. Es finden sich umfangreiche Tabellen mit Beispielen einer kontrastreichen Gestaltung.

Im Wesentlichen sind dies alle Informationen der Website zum Thema Fenster und Türen. Es finden sich keine Hinweise zur Bedienbarkeit von Fenstern und Türen. Wichtig wäre z. B. welche Öffnungsarten für Blinde oder Sehbehinderte Menschen geeignet sind.

2.6 Forschungsvorhaben

Tabelle 6 zeigt Forschungsprojekte jüngster Vergangenheit, die sich mit der Thematik Barrierefreiheit beschäftigt haben und gibt einen knappen Einblick in den Forschungsgegenstand. Auf Barrierefreiheit mit Fenstern und Türen war kein weiteres Forschungsprojekt spezialisiert. Doch behandeln einzelne Forschungsprojekte durchaus Einzelthemen aus diesem Bereich wie z. B. das Forschungsprojekt über schadensfreie niveaugleiche Türschwellen. Auch im Zusammenhang mit Türschwellen ist das Forschungsprojekt zum Vermeiden von Unfällen durch Stolpern, Umknicken und Fehltreten zu nennen.


Tabelle 6 Überblick über die Forschungsprojekte zum Thema barrierefreies Bauen

Titel	Herausgeber/ Jahr	Inhalt
<p>Ready – vorbereitet für altersgerechtes Wohnen. Neue Standards und Maßnahmenensets für die stufenweise, altersgerechte Wohnungsanpassung im Neubau</p> <p>Schriftenreihe Zukunft Bauen: Forschung für die Praxis – Band 01</p>	<p>BBSR (Zukunft Bau), 2016</p>	<p>Entwicklung eines dreistufigen Konzepts zur Anpassung von Wohnraum an Bedürfnisse des altengerechten Wohnens</p>
<p>Demografische Entwicklung und Wohnen im Alter Auswertung ausgewählter wissenschaftlicher Studien unter besonderer Berücksichtigung des selbstgenutzten Wohneigentums</p>	<p>IFB Bauforschung, 2014</p>	<p>Auswertung und Gegenüberstellung von 14 Untersuchungen zur Entwicklung des Wohnungsmarktes</p>
<p>Mängel beim barrierefreien Bauen und Auswirkungen auf Verbraucher</p> <p>Gemeinsame Untersuchung vom Institut für Bauforschung e.V. und dem Bauherren-Schutzbund e.V.</p>	<p>IFB Bauforschung, 2013</p>	<p>Mängel und deren Auswirkungen auf die Verbraucher (Fallbeispiele). Empfehlung zum barrierefreien Planen und Bauen</p>
<p>Parameter zur Qualitätssicherung des barrierefreien Bauens im Wohnungsbestand</p>	<p>BBSR (Zukunft Bau), 2013</p>	<p>Analyse von Bestandsbauten und Entwicklung von Planungsparametern zur barrierefreien Anpassung</p>
<p>Schadensfreie niveaugleiche Türschwelle</p> <p>Bearbeitet von AlBau, Aachen.</p>	<p>Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart in Bauforschung für die Praxis, Band 97.</p> <p>Gefördert von BBR (Zukunft Bau), 2010</p>	<p>Lösungsansätze für die Ausführung von Schwellenlosen Türen</p>
<p>Wohnwünsche und barrierearmer Wohnkomfort Gemeinschaftsprojekt vom Bauherren-Schutzbund e.V., dem Verband Wohneigentum e.V. und dem Institut für Bauforschung e.V.</p>	<p>IFB Bauforschung, 2010</p>	<p>Meinungsumfrage unter Wohneigentümern für das Wohnen im Alter</p>
<p>Leitfaden barrierefreies Bauen - Umsetzung der neuen Normen</p>	<p>BMVBS (Zukunft Bau, Projektende 2009)</p>	<p>Unter anderem internationaler Vergleich der Normen zum barrierefreien Bauen</p>
<p>Vermeiden von Unfällen durch Stolpern, Umknicken und Fehltreten Forschung Projekt F 1641</p>	<p>Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2008</p>	<p>Einflussfaktoren auf Stolpern, Umknicken, Fehltreten werden analysiert. Daraus werden Maßnahmen zur Prävention abgeleitet.</p>

2.7 Nutzergruppen mit Anforderungen an die Barrierefreiheit

Maßnahmen für mehr Barrierefreiheit sollen möglichst vielen Menschen ein selbstständiges Leben ermöglichen, jedoch müssen dabei ganz unterschiedliche Bedürfnisse berücksichtigt werden. Um diese Bedürfnisse kennenzulernen wurden zunächst die Einschränkungen zweier großer Nutzergruppen, Senioren und schwerbehinderte Menschen, ausführlich betrachtet. Für diese und weitere Nutzergruppen werden zudem aus den Einschränkungen Bedürfnisse hinsichtlich barrierefreier Bauelemente abgeleitet und hinsichtlich der Schutzziele der Barrierefreiheit konkretisiert.

2.7.1 Nutzer mit altersbedingten Beeinträchtigungen

Strukturelle Veränderungen des Körpers führen im Zuge des Alterungsprozesses zu altersbedingten Einschränkungen. Mit diesen nimmt die Leistungsfähigkeit älterer Menschen ab. Nicht bei jedem Menschen müssen alle Einschränkungen auftreten. Mit fortschreitendem Alterungsprozess aber steigt die Wahrscheinlichkeit altersbedingter Einschränkungen. Altersbedingte Beeinträchtigungen lassen sich den drei Bereichen Sinne, Körper und Geist zuordnen (Tabelle 7). [27]

Tabelle 7 Überblick über die Bereiche, denen sich altersbedingte Beeinträchtigungen zuordnen lassen. Quelle nach [27]

Sinne	Körper	Geist
<ul style="list-style-type: none">• Sehen• Hören• Fühlen/ Tasten• Riechen/ Schmecken	<ul style="list-style-type: none">• Beweglichkeit• Kraft• Fingerfertigkeit	<ul style="list-style-type: none">• Informationsverarbeitung• Gedächtnis• Reaktion• Koordination

Sinne

Allgemein betrachtet, lässt die Leistungsfähigkeit aller Sinnesorgane im Alter nach. Die Schwächung eines Sinnesorgans kann damit nicht über die Leistungsfähigkeit eines anderen kompensiert werden. Tabelle 8 zeigt welche Veränderungen der sensorischen Fähigkeiten mit zunehmendem Alter auftreten. Mit abnehmender Leistungsfähigkeit der Sinne wird es für ältere Menschen schwerer Informationen z. B. zur Bedienung von elektrischen Geräten wahrzunehmen. Dies führt dazu, dass die Bereitschaft zur Nutzung solcher Geräte nachlässt [27].

Tabelle 8 Altersbedingte Veränderungen der sensorischen Fähigkeiten. Quelle: [27]

Lebensalter	20	30	40	50	60	70	80
Sehen							
Vermehrter Lichtbedarf		35+					
Nachlassende Akkommodationsbreite			40+				
Höhere Blendempfindlichkeit			40+				
Schlechtere Anpassung an grelles Licht			40+				
Verminderte Tiefenwahrnehmung			40+				
Verminderung Sehschärfe				50+			
Verzögerte Dunkelanpassung				55+			
Einengung des Gesichtsfeldes				55+			
Längere Dauer für scharfe Wahrnehmung eines Objektes				55+			
Schlechtere Farbwahrnehmung						70+	
Hören							
Verminderte Hörfähigkeit bei Männern		32+					
Verminderte Hörfähigkeit bei Frauen		37+					
Störanfälligkeit für Hintergrundgeräusche			45+				
Seitendifferenter Ausfall bei dichotischer Diskrimination						70+	
Deutliche Presbyakusis						70+	
Gravierende Störung des Sprachverstehens							90+
Tasten							
Verminderung der Tastkörperchen	20+						
Graduelle Abnahme der Hautsensibilität		30+					

Bezogen auf die Nutzung von Fenstern und Türen lässt sich folgern, dass die Erkennung von Elementen und Bedienelementen durch eine nachlassende Sehkraft erschwert ist. Werden Informationen (z. B. Öffnungszustände von Türen) durch akustische Signale übermittelt, ist eine verminderte Hörfähigkeit zu berücksichtigen. Die eingeschränkte Sensibilität des Tastsinns erfordert entsprechend gestaltete Bedienelemente (z. B. Taster) und Beschriftungen (z. B. gut lesbare/ ertastbare Braille-Schrift). Um die Wahrnehmungsmöglichkeit zu vergrößern, sollten die Informationen über mindestens zwei Sinne (Zwei-Sinne-Prinzip) vermittelt werden.

In Tabelle 9 sind altersbedingte Einschränkungen des Sehens, Hörens und Fühlens zusammengefasst.

Tabelle 9 Altersbedingte Einschränkungen der Sinne. Quelle: [27]

Sehen	Hören	Fühlen/ Tasten
<ul style="list-style-type: none"> • Verminderte Sehschärfe und verzögerte Scharfeinstellung • Vermehrter Lichtbedarf • Höhere Blendempfindlichkeit • Altersweitsichtigkeit • Hoher Kontrast • Schlechtere Farb- und Tiefenwahrnehmung • Schlechtere Dunkelanpassung • Engeres Gesichtsfeld 	<ul style="list-style-type: none"> • Eingeschränktes Hören höherer Frequenzbereiche (geht mit zunehmendem Schalldruckpegel zurück) • Schlechteres Hören bei störenden Hintergrundgeräuschen 	Verminderte Empfindlichkeit des Tastsinns

Körper

Altersbedingte körperliche Veränderungen wirken sich auf die Beweglichkeit, die Kraft und die Feinmotorik aus (Tabelle 10). Die Ausdauer und die Genauigkeit bei der Ausführung von Bewegungen lassen nach. Zudem nimmt die Wahrscheinlichkeit für die Erkrankungen Arthrose, Rheuma und Gicht stark zu. [27]

Tabelle 10 Altersbedingte Einschränkungen des Körpers. Quelle: [27]

Beweglichkeit	Kraft	Fingerfertigkeit
<ul style="list-style-type: none"> • Nachlassende Beweglichkeit. Eingeschränkter Greifbereich, besonders beim Überkopfgreifen und Hinunterreichen • Krümmung der Wirbelsäule 	Abnahme der Muskelkraft	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzierte Beweglichkeit von Finger- und Handgelenken • Reduzierter Tastsinn • Schlechteres Koordinationsvermögen • Abnahme der Muskelkraft

Die altersbedingten Einschränkungen im Bereich Beweglichkeit, Kraft und Fingerfertigkeit wirken sich auch auf die Nutzung von Fenstern und Türen aus. Die eingeschränkte Beweglichkeit ist bei der Anordnung von Bedienelementen zu berücksichtigen. Außerdem sind einfache Bedienvorgänge oder Bedienabläufe zu bevorzugen. Kombinierte Bewegungsabläufe erfordern größere koordinative Fähigkeiten. Der abnehmenden Muskelkraft ist beim Öffnen und Schließen von Fenstern und Türen Rechnung zu tragen. Dies gilt ebenso für das Öffnen und (Ver-)Schließen mit fingerbetätigten Beschlägen (z. B. Schlüssel).

Geist

Altersbedingte Einschränkungen betreffen auch die geistigen Fähigkeiten (Tabelle 11). Bei der Bedienung von Geräten muss die sensorische Wahrnehmung verknüpft werden mit motorischen Verhaltensabläufen. Die sensomotorische Leistungsfähigkeit hängt ab von der sensorischen, von der körperlichen und von der kognitiven Leistungsfähigkeit (Gedächtnis, Informationsaufnahme, Informationsverarbeitung, Reaktionsgeschwindigkeit, Koordinationsvermögen). Während bereits erworbene Erfahrungen und Fähigkeiten in der Regel bis ins hohe Alter erhalten bleiben, lässt die Fähigkeit neue kognitive Problemstellungen zu lösen im Alter nach. Dies beinhaltet insbesondere Aufgaben bei denen grundlegende Prozesse der Informationsverarbeitung sowie der Umstellungs- und Anpassungsfähigkeit nötig sind. [27]

Tabelle 11 Altersbedingte Einschränkungen des Geistes. Quelle: [27]

Informationsverarbeitung und Gedächtnis	Reaktion	Koordination
<ul style="list-style-type: none"> • Erschwerter Erwerb und erschwertes Verknüpfen neuer Informationen • Verringertes Aufnahme-, Verarbeitungs- und Suchtempo • Reduzierte Verfügbarkeit von Merkinhalten • Beeinträchtigungen bei der Encodierung von Informationen • Langsamere Informationsverarbeitung • Erschwerte Decodierung von Informationen 	<ul style="list-style-type: none"> • Verringerte Reaktionsgeschwindigkeit • Verringerte Geschwindigkeit bei der Auffassung, der Entscheidungszeit und der Durchführung von Handlungen • Verschlechterung bei sehr komplexen Leistungsanforderungen • Vergrößerte Stömpfindlichkeit bei Reizüberflutung 	<ul style="list-style-type: none"> • Abnehmende Fähigkeit mehrere Bedienvorgänge zu koordinieren insbesondere, wenn diese schnell aufeinanderfolgend oder gleichzeitig auszuführen sind. • Zunehmende Stömpfindlichkeit bei Reizüberflutung, Ablenkung, Irritation • Verringerte Fähigkeit unterbrochene Bedienvorgänge wieder aufzunehmen

Nachlassende geistige Fähigkeiten sind auch für die Bedienung von Fenstern und Türen problematisch. Bekannte Bedienarten von Fenstern und Türen bereiten dem Nutzer kognitiv weniger Schwierigkeiten als unbekannte. Aufgrund abnehmender Koordination sollten Elemente gewählt werden, die ein Unterbrechen des Bedienvorgangs ohne Sicherheitsrisiken (Fehlbedienungssperre) ermöglichen und die keine kombinierten Bewegungsabläufe beinhalten (siehe auch Kapitel 2.3.4).

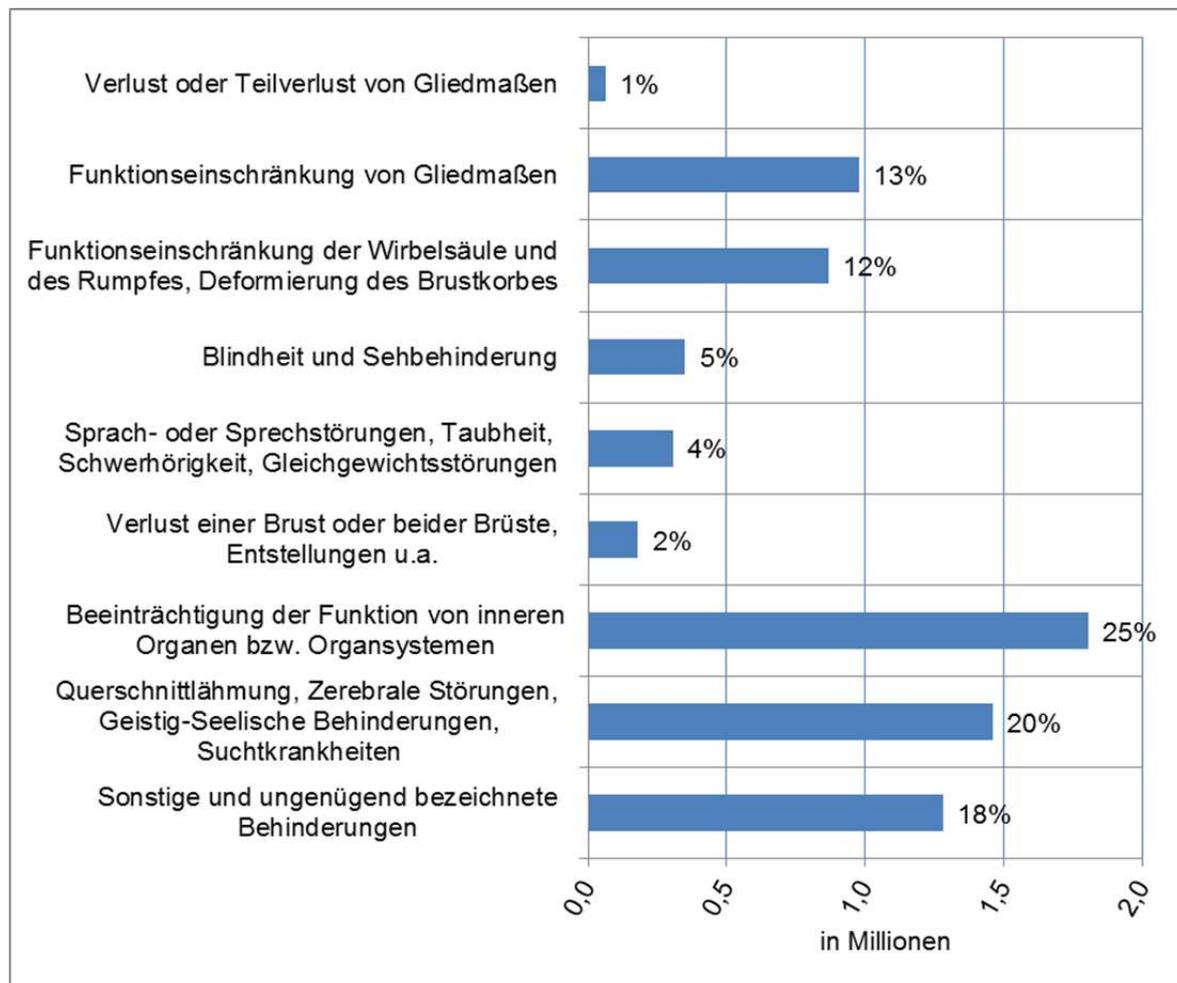
2.7.2 Schwerbehinderte Menschen in Deutschland

Laut destatis [28] lebten Ende 2015 rund 7,6 Millionen schwerbehinderte Menschen in Deutschland, was etwa 9,3% der Gesamtbevölkerung entsprach. Im Vergleich zum Ende 2013 war damit ein Zuwachs von 0,9% zu verzeichnen. Den schwerbehinderten Menschen zugeordnet sind Personen mit einem Grad der Behinderung von mind. 50, denen ein Schwerbehindertenausweis ausgestellt wurde.

Von der Schwerbehinderung betroffen waren laut [28] etwa Männer (50,8%) und Frauen (49,2%) gleichermaßen. Etwas mehr als die Hälfte (55%) aller Schwerbehinderten in Deutschland waren über 65 Jahre alt. In der Gruppe der zwischen 45- bis 54-Jährigen Menschen in Deutschland gelten damit 6,8% als schwerbehindert, in der Gruppe der über 64-Jährigen ist mit 24,2% fast jeder fünfte schwerbehindert.

Die Anzahl der Schwerbehinderten, geordnet nach der Art der Behinderung, zeigt Abbildung 2. Demnach sind die meisten Schwerbehinderten in der Funktion innerer Organe beeinträchtigt. Die Angaben lassen sich nicht eindeutig den Nutzergruppen zuordnen.

Abbildung 2 Anzahl der Schwerbehinderten absolut und prozentual im Jahr 2011 nach Art der Behinderung. Quelle: nach [28]



2.7.3 Nutzergruppen nach Einschränkungen/ Bedürfnissen

Bei den nachgenannten Nutzergruppen werden jeweils die Einschränkungen, die typischerweise mit der Nutzergruppe verbunden sind dargestellt. Außerdem sind Nutzergruppen aufgeführt, die nicht oder nicht dauerhaft in Ihrer Mobilität eingeschränkt sind. Aufgrund ihrer typischen Einschränkungen, haben die Nutzergruppen auch im Umgang mit Bauelementen spezifische Bedürfnisse (Tabelle 12).

Tabelle 12 Typische Einschränkungen und daraus abgeleitete Bedürfnisse im Umgang mit Bauelementen nach Nutzergruppen

Nutzergruppe	Einschränkung	Bedürfnisse
Senioren (ca. 17 Mio. im Alter von ≥ 65 Jahren)		
	Sehschärfe nimmt ab	-
	Hell-Dunkel-Adaption der Augen verlangsamt sich	Gleichmäßige Beleuchtung
	Hörfähigkeit sinkt	Bediensignale in angemessener Lautstärke
	Feinmotorik nimmt ab	Einfache Bedienarten
	Präzision von Arm- und Beinbewegungen nimmt ab	Einfache Bedienarten, Abbau von Hindernissen (z. B. Schwellen)
	Kraft nimmt ab	Leichte Bedienbarkeit z. B. von Fenstern, Türen, Bedienelementen
	Gehen wird schwerer	Abbau von Hindernissen (z. B. Schwellen)
Rollstuhlfahrer		
	Verringerte Greifhöhe durch sitzende Position	Anordnung von Bedienelementen im Greifbereich
	Schwierigkeiten bei der Überwindung von Steigungen, Stufen, Schwellen	Abbau von Hindernissen, flache Steigungen schaffen oder Fahrstühle anordnen
	Erhöhter Platzbedarf	Ausreichend Bewegungsfläche
Gehbehinderte		
	Fortbewegung nur mit Gehilfen	Ausreichend Bewegungsfläche. Abbau von Hindernissen (Schwellen)
	Langsame Fortbewegung	Bei kraftbetätigten Türen, die Öffnungsgeschwindigkeit anpassen
	Instabile Fortbewegung	Haltegriffe anbringen. Abbau von Hindernissen (Schwellen)
	Freiheit der Hände und Arme durch Gehhilfe eingeschränkt	Erreichbare Bedienelemente und leichte Bedienbarkeit z. B. von Fenstern, Türen, Bedienelementen
Armbehinderte		
	Eingeschränkte Nutzung der Arme	Erreichbare Bedienelemente
	Fehlende Muskelkraft	Leichte Bedienbarkeit z. B. von Fenstern, Türen, Bedienelementen
	Koordinationsschwierigkeiten der Arme	Einfache Bedienarten
	Fehlende oder verkümmerte Glieder	Geeignete Bedienelemente je nach Einschränkung und leichte Bedienbarkeit, alternativ kraftbetätigte Bauelemente mit geeigneten Bedienelementen z. B. großer Taster

Handbehinderte		
	Eingeschränkte Nutzung der Hände	Leichte Bedienbarkeit z. B. von Fenstern, Türen, Bedienelementen
	Fehlende Muskelkraft	Leichte Bedienbarkeit z. B. von Fenstern, Türen, Bedienelementen.
	Koordinationsschwierigkeiten der Hände	Einfache Bedienarten
	Fehlende oder verkümmerte Glieder	Geeignete Bedienelemente je nach Einschränkung und leichte Bedienbarkeit, alternativ kraftbetätigte Bauelemente mit geeigneten Bedienelementen z. B. großer Taster
Sehbehinderte		
	Nicht korrigierbare Einschränkung der Sehschärfe	Gut erkennbare Bedienelemente und Funktion, Zwei-Sinne-Prinzip. Gut lesbare Informationen (z. B. große Schrift). Kontrastreiche Gestaltung
	Einschränkung des Gesichtsfeldes	Gut erkennbare Funktion der Bedienelemente und erkennbare Schwenkbereiche von Bauelementen
	Einschränkung der Farbsichtigkeit	Leuchtdichtekontraste einsetzen
Blinde		
	Extreme Einschränkung der Sehschärfe	Taktile oder akustische Informationen
	Einschränkung des Gesichtsfeldes auf unter 5°	
	Keine Lichtwahrnehmung	
	Keine optische Reizverarbeitung	
Hörbehinderte		
	Verringerte akustische Wahrnehmung	Zwei-Sinne-Prinzip. Optische Signale.
	Gehörlose	
	Keine akustische Wahrnehmung	
Kognitiv Eingeschränkte (Erkenntnis- und Informationsverarbeitung)		
	Schwierigkeiten beim Verarbeiten von Reizen	-
	Verlängerte Reaktionszeit	Angemessene Öffnungszeiten bei kraftbetätigten Bauelementen
	Koordinative Schwierigkeiten	Einfache Bedienarten
	Sprachliche Schwierigkeiten	-
	Verständnisschwierigkeiten	Einfache, intuitiv verständliche Bedienarten

Demenzkrankte		
	Verringerte kognitive Fähigkeiten	Einfache, intuitiv verständliche Bedienarten
	Verringerte soziale Fähigkeiten	-
	Orientierungslosigkeit	Leitsysteme, kontrastierende Gestaltung
	Motorische Beeinträchtigung	Einfache Bedienarten
Kleinwüchsige (Menschen < 150 cm)		
	Verringerte Greifhöhe	Erreichbare Bedienelemente
	Schwierigkeiten beim Überwinden von Steigungen, Stufen und Schwellen	Abbau von Hindernissen (Schwellen)
	Tiefer angeordnetes Sichtfeld	Informationen in geeigneter Höhe
	Geringere Kraft	Leichte Bedienbarkeit z. B. von Fenstern, Türen, Bedienelementen
Großwüchsige (Menschen im oberen Perzentil der Körpergröße)		
	Erhöhte Greifhöhe	Erreichbare Bedienelemente
	Stoßgefahr am Kopf	Ausreichend lichte Höhe von Durchgängen
Kinder		
	Geringere Kraft	Leichte Bedienbarkeit z. B. von Fenstern, Türen, Bedienelementen.
	Verringerte Greifhöhe	Erreichbare Bedienelemente
	Dem Alter entsprechende koordinative und kognitive Einschränkungen	Einfache Bedienarten
Temporär behinderte Menschen		
	Menschen, die nur vorübergehend in Ihrer Mobilität eingeschränkt sind z. B. Menschen, die nach einem Knochenbruch einen Gipsverband tragen	Je nach betroffener Extremität sind die Bedürfnisse der dauerhaft eingeschränkten Gruppe vorhanden
Personen, die Personen, Tiere oder Gegenstände transportieren z. B. Menschen mit Kinderwagen/ Umzugskiste, Schwangere, Adipöse etc.		
	Erhöhter Platzbedarf	Bewegungsfläche, breite Flure, breite Durchgänge
	Probleme beim Überwinden von Steigungen, Stufen und Schwellen	Abbau von Hindernissen
	Evtl. langsamere Fortbewegung	-
	Evtl. Schwierigkeiten beim Bedienen von Türen	Leichte Bedienbarkeit, einfache Bedienarten
Überwiegend nicht eingeschränkte Menschen		
	Komfortorientiert	Leichte Bedienbarkeit
	Sicherheitsorientiert	-

2.7.4 Umsetzung der Barrierefreiheit für unterschiedliche Nutzergruppen

Im Wesentlichen lassen sich die generellen Anforderungen an die Barrierefreiheit den vier Schutzzielen

1. Erreichbarkeit,
2. Erkennbarkeit,
3. Bedienbarkeit und
4. Passierbarkeit

zuordnen. Die einzelnen Schutzziele können nicht durch andere ausgeglichen werden. So kann eine fehlende Erreichbarkeit nicht durch eine sehr gute Erkennbarkeit kompensiert werden.

Um diese Ziele zu erreichen, sind beispielsweise folgende Planungsgrundsätze umzusetzen:

- Erreichbarkeit
 - Möglichst stufenlose Bauweise und/ oder Aufzüge
 - Anordnung von Handläufen, Geländern, Leitlinien
- Erkennbarkeit
 - Markierung von Bedienelementen
 - Kontrastreiche Farbgebung
 - Kennzeichnung von Glastüren und Ganzglaselementen
 - Markierung von Öffnungsrichtung/ Schwenkbereich von Türen
 - Taktile erfassbare Bodenmarkierungen
- Bedienbarkeit
 - Intuitiv: eindeutige Bedienelemente, taktile Beschriftungen, akustische und/ oder optische Signale bei Tasterbetätigung
 - Einfach: Geringe Bedienkräfte, Erreichbarkeit der Bauelemente, geeignete Position der Bedienelemente, geeignete Ausführung der Bedienelemente
- Passierbarkeit
 - Lichte Höhe und Breite, Bewegungsflächen, Schwellenlosigkeit, Öffnungsgeschwindigkeit, akustische Signale beim Öffnen/ Schließen der Türe, optische Signale beim Öffnen/ Schließen der Türe, Öffnungsdauer

Vor der Planung eines Elements steht eine Analyse der geforderten Leistungseigenschaften und der zu erwartenden Nutzergruppen. Die „klassischen“ Leistungseigenschaften, wie in der Produktnorm für Fenster und Türen EN 14351-1 beschrieben, sind wie für jedes andere Element auch festzulegen.

Je besser der Nutzerkreis bekannt ist bzw. klar abgegrenzt werden kann, umso besser können die Bauelemente Fenster und Türen auf dessen Bedürfnisse abgestimmt werden. Es sind dann weniger Kompromisslösungen erforderlich.



In Tabelle 13 und Tabelle 14 sind Nutzergruppen aufgeführt, diesen sind Anforderungen an die Barrierefreiheit gegenübergestellt. Die Anforderungen sind, den Schutzziele entsprechend, unterteilt in Erreichbarkeit, Erkennbarkeit (optisch, akustisch und haptisch), Bedienbarkeit (intuitiv, einfach) sowie Passierbarkeit. Da jede Nutzergruppe spezifische Bedürfnisse hat, sind ihr auch nur die entsprechenden Anforderungen zugeordnet. Wie wichtig die ausgewählte Anforderung für die jeweilige Nutzergruppe ist, wurde anhand einer Priorisierung gezeigt. Dabei steht die Ziffer 1 für „unerlässlich, unverzichtbar“, die 2 steht für „sinnvoll, wichtig“ und die 3 für „komfortabel“.

Die Tabellen sind lediglich als Vorschlag zu verstehen und haben keinen Anspruch auf Alleingültigkeit. Die Bedürfnisse und deren Priorisierung sind letztlich so individuell wie der Nutzer selbst. Eine 100% Lösung ist insbesondere in der Sanierung schwierig. Auch können Einschränkungen nur temporär auftreten oder noch weitere Einschränkungen hinzukommen.

Ziel der Analyse ist es, sich über den tatsächlichen Bedarf klar zu werden. Damit werden sowohl die Planung und Ausschreibung, als auch die Abnahme erleichtert.

Tabelle 13 Nutzer und deren bewertete Anforderungen an barrierefreie Türen und Fenstertüren

Anforderungen	Nutzergruppen												
	Senioren	Rollstuhlfahrer	Gehbehinderte	Armbehinderte	Handbehinderte	Sehbehinderte	Blinde	Hörbehinderte	Gehörlose	Kognitiv Eingeschränkte	Demente	Kleinwüchsige	Großwüchsige
Erreichbarkeit	Bewertung: 1 = unerlässlich; 2 = sinnvoll; 3 = komfortabel												
stufenlos	3	1	2			2	2					2	
Handläufe und Geländer	2		2			3	2					3	
Leitlinien						3	2			3	3		
Aufzüge	2	1	2			3	2					3	
Bewegungsflächen		1	1										
Leibungstiefe max. 26 cm		1	2										
Erkennbarkeit optisch													
markierte Stufen	2	2				1							
Kontrastreiche Farbgebung bei Normaltüren	3					2		3	3	3	3		
Markierte Glastüren	2					1		3	3	2	2		
Markierte Bedienelemente	3					1		3	3	2	2		
Signal - Tasterbetätigung						3		2	2	3	3		
Signal beim Öffnen/Schließen der Türe	3					3		2	2	3	3		
Erkennbarkeit akustisch													
Signal - Tasterbetätigung						3	2	3		3	3		
Signal beim Öffnen/Schließen der Türe						2	1	3		3	3		
Erkennbarkeit haptisch													
taktile Bedienelemente	3					2	1						
taktile Bodenmarkierung						2	1						
taktile Beschriftungen						3	2						
Bedienbarkeit intuitiv													
bekannte Bedienart	3					3	3				2		
eindeutige Bedienelemente	3					3	2			2	1		
Markierte Öffnungsrichtung/ Schwenkbereich	3					2				3	3		
Bedienbarkeit einfach													
Bedienungskräfte Klasse 3 EN 12217	1	2	3	2	1							3	
geeignete Position der Bedienelemente	2	1	3	1	2	3	3			3	2	2	3
geeignete Ausführung der Bedienelemente	2	2	3	2	1	3	2			3	3	3	
Passierbarkeit													
lichte Höhe													2
lichte Breite		1	2				3						
Schwellenlosigkeit		2	1			3	2						
geeignete Öffnungsgeschw	3						2						
geeignete Öffnungsdauer	3	2	1				1						

Tabelle 14 Nutzer und deren bewertete Anforderungen an barrierefreie Fenster

Barrierefreie Fenster und Fenstertüren	Nutzergruppen												
	Senioren	Rollstuhlfahrer	Gehbehinderte	Armbehinderte	Handbehinderte	Sehbehinderte	Blinde	Hörbehinderte	Gehörlose	Kognitiv Eingeschränkte	Demente	Kleinwüchsige	Großwüchsige
Anforderungen													
Erreichbarkeit	Bewertung: 1 = unerlässlich; 2 = sinnvoll; 3 = komfortabel												
Bewegungsflächen		1	1										
Leibungstiefe max. 26 cm		1	2									2	
Erkennbarkeit optisch													
Kontrastreiche Farbgebung	3					2		3	3	3	3		
Markierte Bedienelemente	2					1		3	3	2	2		
Markierte große Elemente	3					2				3	3		
Signal bei Tasterbetätigung						3		2	2	3	3		
Signal beim Öffnen/ Schließen des Fensters	3					3		2	2	3	3		
Erkennbarkeit akustisch													
Signal bei Tasterbetätigung						3	2	3		3	3		
Signal beim Öffnen/ Schließen des Fensters						2	1	3		2	2		
Erkennbarkeit haptisch													
taktile Bedienelemente	3					2	1						
Intuitive Bedienung													
bekannte Bedienart	3					3	3				2		
eindeutige Bedienelemente	3					3	2			2	1		
Bedienbarkeit einfach													
Bedienungskräfte Klasse 2 EN 13115	1	2	3	2	1							3	
geeignete Position der Bedienelemente	2	1	3	1	2	3	3			3	2	2	3
geeignete Ausführung der Bedienelemente	2	2	3	2	1	3	2			3	3	3	
Passierbarkeit (Fenstertür)													
lichte Höhe													2
lichte Breite		1	2				3						
Schwellenlosigkeit		2	1			3	2						
geeignete Öffnungsgeschwindigkeit	3						2						
geeignete Öffnungsdauer	3	2	1				1						

2.8 Produktschwerpunkte der Branche Fenster und Türen

Zu Projektbeginn wurden die bestehenden Lösungen der Industriepartner zur Barrierefreiheit mit Fenstern und Türen recherchiert. Bei der Recherche wurden nur solche Lösungen beachtet, die auf den Webseiten der Hersteller oder deren Werbematerial einfach auffindbar waren oder klar als Lösungen zur Barrierefreiheit beworben wurden. Damit sollte die Suche durch einen Planer/ Bauherren, der noch wenige Kenntnisse hinsichtlich der Barrierefreiheit hat, nachgestellt werden. Tabelle 15 zeigt das Ergebnis der Recherche.

Hinsichtlich der Barrierefreiheit wird am stärksten mit Schwellenlösungen geworben. Von barrierefreien Schwellen wird bei oder unterhalb einer Schwellenhöhe von 20 mm gesprochen. Bei Hebe-Schiebe-Türen und Drehtüren mit Bodenabsenktdichtung kommen die geringsten Schwellenhöhen vor. Bei den Hebe-Schiebe-Türen wird die Schwellenhöhe dabei über die Höhe der Laufschiene definiert und liegt meist bei etwa 5 mm. Bei der Verwendung von Schwellen in Verbindung mit Bodenabsenktdichtungen wird zwar teils von „Nullschwellen“ gesprochen, jedoch sind auch hier geringe Niveauunterschiede vorhanden. Diese bestehen dann in der Materialstärke des Schwellenprofils am Übergang zum Bodenbelag. In der DIN 18040-2 wird vorrangig die Schwellenlosigkeit gefordert und Schwellen bis 2 cm sollten die Ausnahme darstellen. Daher muss die Definition der „barrierefreien Schwelle“ als Schwelle mit einer Schwellenhöhe < 2 cm, wie sie häufig beworben wird, kritisch betrachtet werden.

Barrierefreiheit wird von einigen Herstellern direkt mit dem Einsatz kraftbetätigter Elemente gleichgesetzt. Diese sind in zahlreichen Ausführungen verfügbar. Hauptargument bei diesen Systemen sind die geringen Bedienkräfte und der erhöhte Komfort insbesondere in Verbindung mit einer Gebäudeautomation.

Lösungen zur Barrierefreiheit finden sich vermehrt auch im Bereich Griffe/ Türdrücker. Alle Hersteller die Griffe anbieten, haben auch geeignete Griffformen (U-/Bogenförmig) im Portfolio. Gekröpfte Türgriffe oder vertikale Griffstangen, die eine flexible Greifhöhe bieten, finden sich vereinzelt. Griffe in unterschiedlichen Griffängen bietet nur ein Hersteller für Hebe-Schiebe-Türen an. Eine rollstuhlgerechte Griffanordnung auf 85 cm wurde bei fast allen Herstellern gefunden.

Bezüglich einer guten Erkennbarkeit der Elemente oder der Griffe wurden nur wenige Angaben gefunden. Nur vereinzelt sind Griffe in verschiedenen Farben erhältlich. Angaben zu geeigneten Kontrasten/ Farbkombinationen fanden sich nicht.

Hersteller bieten vereinzelt Fenster an, bei dem der Griff am unteren Flügelrahmen angebracht und so insbesondere für Rollstuhlfahrer gut erreichbar ist. Zur erleichterten oder sichereren Bedienung wurden noch Öffnungsbegrenzer für die Dreh- oder für die Kippstellung von Fenstern gefunden. Bei Drehtüren sind verschiedene Fingerschutzsysteme erhältlich, Hebe-Schiebe-Türen verfügen teils über eine Dämpfung um Verletzungen beim zu raschen Schließen der Tür vorzubeugen.

Ein Hersteller konnte eine umfassende Broschüre vorweisen, in der Planungshinweise für barrierefreies Bauen gegeben wurden. Dabei waren sowohl öffentliche Gebäude, als auch Wohngebäude berücksichtigt.

Tabelle 15 Lösungen zur Barrierefreiheit der Projektpartner zu Projektbeginn

Lösungen zur Barrierefreiheit	Hersteller										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Griffe											
Verlängerte Griffe			x								
U-/Bogenförmige Griffe		x	x	x				x			x
Gekröpfte Türgriffe		x									
Vertikale Griffstangen für Türen			x								
Griffhöhe auf 85 cm			x	x				x			
Fenstergriff am unteren Flügelrahmen											x
Türbeschlag mit Schließzylinder oberhalb des Türgriffs			x								x
Verschiedene Grifffarben								x			x
Bedienart											
Öffnungsbegrenzung bei Fenstern			x					x			x
Schwelle											
Schwellen ≤ 20 mm			x	x		x	x	x		x	
Schwellen < 5 mm	x	x	x		x				x		
Bodenabsenkdichtung/ automatische Türdichtung	x	x			x						
Schwelle mit LED-Beleuchtung			x								
Kraftbetätigte Elemente											
Fenster							x	x			
Türen			x				x	x			
Sicherheit											
Fingerschutz	x	x		x							

2.9 Leistungseigenschaften von Bauelementen

Die Produktnorm EN 14351-1 für Fenster und Türen [29] definiert verschiedene Leistungseigenschaften. Die für das Bauvorhaben geforderten Leistungsmerkmale sind abhängig vom Einsatzort, von gesetzlichen Vorschriften und von den Wünschen des Bauherrn. Besondere Bedeutung haben die Mindestanforderungen des nationalen Baurechts, deren Einhaltung für ein Inverkehrbringen notwendig ist. In Deutschland werden, abhängig vom Verwendungszweck, an spezielle Leistungseigenschaften, wie z. B. dem Wärmeschutz, der Luftdurchlässigkeit, u.U. dem Schallschutz, Mindestanforderungen gestellt. Grundsätzlich gilt außerdem, dass alle Baustoffe die in Bauwerken eingesetzt werden, mindestens normal entflammbar sein müssen.

Im nationalen Vorwort zur EN 14351-1:2016-12 sind Vorgaben zu diesen Leistungseigenschaften näher beschrieben.

- Windlast
Klasse B nach DIN EN 12210 [30] der Durchbiegungsbegrenzung entspricht $l/200$ zum Nachweis der Anforderungen der Technischen Regeln für die Verwendung linnenförmig gelagerter Verglasung [31]
- Schalldämm-Maß
zum Nachweis von Anforderungen nach DIN 4109 / A1
- Wärmedurchgangskoeffizient, Gesamtenergiedurchlassgrad und Luftdurchlässigkeit
zum Nachweis der Anforderung nach der Energieeinsparverordnung (EnEV)
- Tragfähigkeit
mit Berücksichtigung der Einwirkungen nach DIN 1055-4 [32]

In Tabelle 16 werden die wesentlichen Leistungseigenschaften von Fenstern und Türen aufgeführt und es werden Wechselwirkungen dieser Leistungseigenschaften mit Anforderungen der Barrierefreiheit beschrieben.

Tabelle 16 Leistungseigenschaften von Fenstern und Türen und deren Wechselwirkungen mit der Barrierefreiheit

Leistungseigenschaft	Wechselwirkung mit Barrierefreiheit
Widerstandsfähigkeit gegen Windlast	Bei großen Elementen können durch verstärkte Profile sowie dickere Glasscheiben höhere Flügelgewichte zu höheren Bedienkräften, insbesondere beim Kippschließen, führen.
Schlagregendichtheit	Ein höherer Anpressdruck und/ oder andere Schließ- und Dichtsysteme können zu höheren Bedienkräften beim Schließen des Flügels führen. Barrierefreie Schwellen können zu niedrigerer Schlagregendichtheit führen. Ist eine hohe Schlagregendichtheit gefordert, ist der Einsatz spezieller Dicht- und Drainagesysteme erforderlich.
Gefährliche Substanzen	Es sind keine Wechselwirkung zu erwarten.
Höhe und Breite von Türen und Fenstertüren	Mit zunehmender Elementgröße steigen die Flügelgewichte und damit die Bedienkräfte, insbesondere für das Kippschließen.
<u>Schallschutz</u>	Bei Anforderungen an die Luftschalldämmung führen die größeren Gewichte von Schallschutzgläsern zu höheren Bedienkräften, insbesondere beim Kippschließen.
<u>Wärmedurchgangskoeffizient</u>	Bei (großen) Elementen können besonders durch eine Dreischeibenisolierverglasung höhere Flügelgewichte zu höheren Bedienkräften, insbesondere beim Kippschließen, führen.
<u>Strahlungseigenschaften</u>	Es sind keine Wechselwirkung zu erwarten.
<u>Luftdurchlässigkeit</u>	Ein höherer Anpressdruck führt zu einer höheren Luftdichtigkeit und kann daher zu steigenden Bedienkräften für das Schließen des Flügels führen. Barrierefreie Schwellen können zu niedrigerer Luftdurchlässigkeit führen.



Bedienungskräfte	Niedrige Bedienkräfte werden ausdrücklich in der DIN 18040-2 gefordert, damit Fenster und Türen auch von motorisch eingeschränkten Menschen bedient werden können.
Lüftung	Hier bestehen keine Wechselwirkungen.
Durchschusshemmung	Für das private Wohnen bestehen diese Anforderungen eher nicht. Die erforderliche Verstärkung solcher Elemente kann zu hohen Flügelgewichten und damit zu steigenden Bedienkräften führen.
Sprengwirkungshemmung	
Dauerfunktion	Dauerhafte Barrierefreiheit kann nur durch eine regelmäßige Wartung und Funktionsüberprüfung sichergestellt werden.
Differenzklimaverhalten	Dauerhaft leistungsfähige Materialien sind länger formstabil und können so niedrige Bedienkräfte länger sicherstellen. Verformungen des Flügels durch ein Differenzklima können zeitweise zu höheren Bedienkräften führen.
Einbruchhemmung	Wechselwirkung vorhanden, durch besondere Beschläge mit mehr Verriegelungspunkten sowie der notwendigen Glasaufbauten können die Bedienkräfte größer werden. In Verbindung mit barrierefreien Schwellen, kann die Umsetzung der Einbruchhemmung erschwert sein.



3 Praxisuntersuchungen

3.1 Status Quo der Barrierefreiheit in Einrichtungen für Senioren

3.1.1 Motivation und Ziel

In DIN 18040 sind die Anforderung an die Bedienkräfte von Fenstern und Türen wie folgt geregelt:

„Das Öffnen und Schließen von Türen muss auch mit geringem Kraftaufwand möglich sein.

Das wird erreicht mit Bedienkräften und –momenten der Klasse 3 nach DIN EN 12217:2004-05 (z. B. 25 N zum Öffnen des Türblatts bei Drehtüren und Schiebetüren).“ (DIN 18040-2 Kap. 4.3.3.3)

„Leicht zu öffnen und zu schließen sind Fenster, wenn der manuelle Kraftaufwand (Bedienkraft) zum Öffnen und Schließen von Fenstern höchstens 30 N, das maximale Moment 5 Nm beträgt (Klasse 2 nach DIN EN 13115).“ (DIN 18040-2 Kap. 5.3.2)

Anhand der Untersuchungen soll überprüft werden, ob die geforderten Werte in der Praxis anwendbar sind oder ob abweichende Empfehlungen getroffen werden müssen. Ziel der Untersuchungen war es daher festzustellen, welche Bedienkräfte die Nutzer von Fenstern und Türen in einem Pflegeheim aufbringen können. Zusätzlich wurde analysiert inwieweit vorhandene Schwellenlösungen zum Zugang zum Freisitz zu Problemen beim Passieren führen.

Um dieses Ziel zu erreichen:

- wurden Befragungen von Bewohnern durchgeführt
- wurden die Bedienkräfte von Fenster und Türen in den Wohnungen der Bewohner aufgenommen
- wurde speziell für diese Untersuchungen ein Bedienkraftsimulator entwickelt. An diesem konnte direkt gemessen werden, welche Bedienkräfte Elementnutzer tatsächlich aufbringen können, verbunden mit einer subjektiven Beurteilung der aufbrachten Kraft.

3.1.2 Untersuchungsmethodik

Es wurden zwei Senioren-/ Pflegeheime und eine Einrichtung des betreuten Wohnens besucht. Dabei wurden 12 Zimmer bzw. Wohnungen betrachtet. In der Regel waren pro Wohneinheit eine Wohnungsabschlusstür, eine Badezimmertür und eine Fenstertür vorhanden. Wenn Fenster betrachtet wurden, befanden sich diese meist im Wohnzimmer. In zwei Wohneinheiten, die in der Auswertung Zimmer 4 und Zimmer 12 genannt werden,

waren jeweils 2 Fenstertüren vorhanden. Hier wurde jeweils nur eine Fenstertür näher betrachtet bzw. die Bedienkräfte gemessen.

Im Folgenden werden zunächst die drei Methoden der vorgenommenen Untersuchungen vorgestellt. Diese sind die Nutzerbefragung, die Bedienkraftmessungen an den Elementen sowie die Messung der Bedienkräfte der Nutzer mit dem Bedienkraftsimulator. Die Ergebnisse der einzelnen Untersuchungsteile erfolgen separat im Anschluss.

Nutzerbefragung

Die Befragungen der Bewohner wurden anhand eines Fragebogens (siehe Tabelle 17) durchgeführt. In diesem wurden zum einen Angaben zu dem untersuchten Fenster-/Türelement aufgenommen. Andererseits wurden den Schutzzielen entsprechend, ermittelt, ob der Nutzer mit diesem Element Schwierigkeiten beim Erreichen, Erkennen, Bedienen und Passieren hat.

Tabelle 17 Fragebogen zur Aufnahme der Elementdaten und der Nutzerbewertung hinsichtlich der Schutzziele der Barrierefreiheit

Fragebogen Fenster - Fenstertyp:				
Befragungsort:				
Befragungsdatum:		Uhrzeit:		
Befragter:				
Befragender:				
Türhersteller:				
Beschlaghersteller/ Beschlagtypen:				
Öffnungsart:				
Rahmenmaterial:				
Rahmenfarbe:				
Bemerkungen:				
Gibt es Schwierigkeiten beim Erreichen des Fensters?				
Gibt es Schwierigkeiten beim Erkennen des Fensters?				
Gibt es Schwierigkeiten bei der Bedienung des Fensters?				
Gibt es Schwierigkeiten beim Passieren der Fenstertüre?				



Bedienkraftmessungen an den Elementen

An den Fenster bzw. Fenstertüren wurden die Bedienkräfte nach EN 12046-1 ermittelt. Wohnungsabschlusstüren sowie Innentüren wurden in Anlehnung an EN 12046-2 geprüft. Die genaue Vorgehensweise der beiden Normen ist in Kapitel 4.1 beschrieben. Zu jedem Element, an dem die Bedienkräfte ermittelt wurden, wurde ein Kontrollblatt (Tabelle 18) angelegt. In diesem wurde das Element detailliert beschrieben (Abmessungen, Materialien, Gestaltung, Beschläge, Anbauteile). Außerdem wurden die am Element gemessenen Bedienkräfte eingetragen.

Tabelle 18 Kontrollblatt zur Aufnahme detaillierter Elementdaten und der am Element gemessenen Bedienkräfte

Anforderungen an Fenster - Fenstertyp:				
Befragungsort:				
Befragungsdatum/ Uhrzeit:				
Befragter:				
Befragender:				
Fensterhersteller:				
Beschlaghersteller/ Beschlagtypen:				
Öffnungsart:				
Rahmenmaterial und Farbe:				
Bemerkungen:				
Komponente	Geometrie		Maße	Vorgaben eingehalten?
Alle Fenster				
1	Fenstergriffe	Höhe über OFF	85 - 105 cm	
		Abstand zu angrenzenden Bauteilen bogen- /U-förmige Form, ggf. verlängert	≥ 2,5 cm	
2	Leibung	Tiefe	≤ 26 ^a cm	
3	Durchblick	Brüstung mit Durchblick in die Umgebung	60 cm	
4	Gefährdung	Öffnungsbegrenzung		
		Sperrsicherung bei Dreh-Kipp-Beschlägen		
		Brüstungserhöhung		
		Dämpfer im Anschlag bei Schiebefenstern		
5	Bedienkräfte	Klasse 2	30 N	
		Drehmoment am Griff	30 N	
		Öffnen Flügel	30 N	
		Schließen Flügel	30 N	
		Schließen aus Kippstellung	30 N	
Fenstertüren				
6	Durchgang	lichte Breite	≥ 90 cm	
		lichte Höhe über OFF	≥ 205 cm	
7	Bewegungsfläche	Außen	120x120 cm	
		Innen	120x120 cm	
8	Schwelle	Höhe Schwellenausführung	0 - 2 cm	

Automatische Fenstersysteme			
9	Bedienelemente	Höhe (Tastermitte) über OFF	85 - 105 cm
		Universal Design	
		einfache Tastenbelegung	
		Zwei-Sinne-Prinzip	(visuell taktil)
		Funktion erkennbar	
		eindeutige Rückmeldung	
		geringe Kraft	
		stufenlos zugänglich	
OFF = Oberfläche Fertigfußboden			
a	Rollstuhlbenutzer können Türdrücker nur erreichen, wenn die Greiftiefe nicht zu groß ist. Das ist bei Leibungstiefen von max. 26 cm immer erreicht. Für größere Leibungen muss die Nutzbarkeit auf andere Weise sichergestellt werden.		
b	Die Hauptschließkante ist bei Drehflügeltüren die senkrechte Türkante an der Schlossseite.		

Messung der Bedienkräfte der Nutzer mit dem Bedienkraftsimulator

Bedienkräfte werden standardmäßig an Fenster- oder Türelementen im Labor ermittelt. Dabei wird gemessen wie viel Kraft zur Bedienung des Elementes, z. B. zum Kippöffnen erforderlich ist. Ein Messgerät mit dem die Kraft ermittelt werden kann, welche eine Person überhaupt aufbringen kann, um das Bauelement zu bedienen, existiert nicht. Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde daher ein solches Messgerät entwickelt und realisiert. Abbildung 3 zeigt den Bedienkraftsimulator mit Erläuterungen zur Funktion.



Abbildung 3 Entwickelter Bedienkraftsimulator zur Messung der möglichen Bedienkräfte von Nutzern



An diesem Bedienkraftsimulator können die typischen Bewegungen, die auch zur Bedienung eines Fenster-/ Türelementes nötig sind, ausgeführt werden. Dabei kann am Gerät eingestellt werden, welcher Widerstand der jeweiligen Bewegung entgegengesetzt wird. Zum Beispiel wird an dem Griff des Bedienkraftsimulators als Widerstand ein Drehmoment von 5 Nm eingestellt. Die Probanden bewerten, wie schwer ihnen die Überwindung dieses Widerstandes bzw. das Aufbringen dieser Bedienkraft fällt.

Es wurden zwei Grenzwerte ermittelt. Zum einen wurde ein „Komfortbereich“ der Nutzer festgestellt, zum anderen auch die maximal möglichen Kräfte der Nutzer. Der Komfortbereich wird beschrieben als Bedienkraft, die man ohne Beanstandung mehrmals täglich aufbringen könnte. Die maximalen Kräfte lassen bei Überschreitung keine Bedienung mehr zu.

Untersucht wurden mögliche Momente an Schlüssel und Griff und Kräfte zum Öffnen und Schließen in den Höhen 85 cm (Barrierefreie Tür), 105 cm (Standardtür) und 140 cm (durchschnittliche Fenstergriffhöhe).

3.1.3 Qualitative Ergebnisse der Nutzerbefragung

Die **Erreichbarkeit** der Elemente war subjektiv meist ausreichend, wenn auch die Bewegungsflächen teilweise normativ nicht gegeben waren. Häufig befanden sich Möbel im Bereich der Bewegungsflächen, dies zeigt z. B. Abbildung 4. Davon waren vor allem Fenster betroffen, welche jedoch wegen den vorhandenen Fenstertüren kaum genutzt wurden. Eine praxisrelevante Einschränkung der Erreichbarkeit war somit nicht gegeben.



Abbildung 4 Eingeschränkte Bewegungsflächen vor Fenstern - links wird das Fenster nicht benutzt, ein Sofa ist direkt davor angeordnet. Rechts ist der Zugang zum Fenster durch Möbel eingeschränkt und auch die Fensterbank dient als Stellfläche.

Durch die kontrastreiche Gestaltung zwischen Wand, Zarge und Türblatt bei allen untersuchten Türelementen (Abbildung 5) und eindeutigen Fenstern, bestanden bei den Bewohnern keine Probleme hinsichtlich der **Erkennbarkeit** der Elemente.



Abbildung 5 Gute Erkennbarkeit durch Kontraste an einem Türelement

Bei der **Bedienbarkeit** der untersuchten Elemente zeigt sich kein einheitliches Meinungsbild. Die Aussagen reichten von „viel zu schwer“ bei eingehaltenen Grenzen für die Barrierefreiheit, bis zu „das geht schon“ bei Bedienkräften, die deutlich über dem Grenzwert lagen.

Wohnungsabschlusstüren stellten für keinen der Befragten eine Schwierigkeit bei der Bedienung dar.

Nach der Eingewöhnung boten die leichtgängigen Schiebetüren zu den Badezimmern keinen Grund zur Beanstandung der Bedienbarkeit.

Wenn Fenster vorhanden waren, wurden diese meist nicht bedient. Die meisten Befragten wichen auf die leichter erreichbare Fenstertür aus. Somit konnte von den Befragten keine Angabe zur Bedienbarkeit der Fenster gemacht werden.

Die Fenstertüren waren zumeist mit Bedienproblemen behaftet. Häufig wurde beanstandet, dass der Griff sich nur schwer bedienen ließe. Das Schließen (sowohl Drehen, als auch Kippen) war den Bewohnern oft nicht möglich.

Hinsichtlich der **Passierbarkeit** wurden die Wohnungsabschlusstüren nicht negativ bewertet. Meist wurden Sie als sehr gute Türen beschrieben.

Für manche Rollstuhlnutzer war der Durchgang zum Badezimmer sehr knapp, aber möglich.



Das Passieren der Schwellenausbildungen mit Magnetdoppeldichtung wurde meist als sehr gut bewertet. Vereinzelt verschlechterten z. B. Lichtschachtgitter die Passierbarkeit. Rollatornutzer und auch Rollstuhlnutzer hatten teilweise Probleme beim Überwinden der Schwelle nach innen. Abbildung 6 zeigt Beispiele von Schwellenausbildungen, die von den Bewohnern beanstandet wurden.



Schwelle durch Absenkung des Entwässerungsgitters.

Schwelle durch Anordnung des Entwässerungsgitters. Der Höhenunterschied zum Fußboden außen beträgt etwa 5 cm. Schmutzmatten sollten aufgrund der Stolpergefahr, anders als im Bild, in den Fußboden eingelassen werden.

Abbildung 6 Vermeidbare Schwellen vor Fenstertüren mit Magnetdoppeldichtung

3.1.4 Quantitative Ergebnisse – Bedienkraft der Elemente in den Wohnungen

Die folgenden Untersuchungen wurden in den Zimmern von Bewohnern zweier Pflegeheime durchgeführt. Es wurden die Elementtypen Wohnungsabschlusstüren, Badtüren und Fenstertüren betrachtet. Zunächst wurden die, hinsichtlich der Barrierefreiheit relevanten Maße der jeweiligen untersuchten Elementtypen erfasst. Dann wurde beurteilt, ob die Vorgaben der DIN 18040-2 eingehalten sind. Zum Beispiel wurde für jede Wohnungsabschlusstür die lichte Breite gemessen und beurteilt. Ebenfalls wurden die Bedienkräfte an den ausschließlich manuell bedienbaren Elementen gemessen und beurteilt.

Die folgenden Tabellen zeigen die Datenblätter mit den Anforderungen, Messergebnissen und den Beurteilungen hinsichtlich der Barrierefreiheit. Waren die Anforderungen eingehalten, ist der gemessene Wert oder die Beurteilung in grüner Schriftfarbe eingetragen, bei Nichteinhaltung in roter Schriftfarbe. Neutrale Bemerkungen sind in schwarzer Schriftfarbe gehalten.

- Ergebnisse – Wohnungsabschlusstüren

Die Detailergebnisse der untersuchten Wohnungsabschlusstüren können Tabelle 19 entnommen werden.

Tabelle 19 Ergebnisse der Bestandsaufnahme und Bedienkraftmessungen: Wohnungsabschluss-türen

Anforderungen an Türen / Türtyp: Wohnungsabschlusstür															
Komponente	Geometrie/Anforderung (Maße in cm)	Zimmer													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
alle Türen															
1	Durchgang	lichte Breite	≥ 90	115	115	106	116	107	106	106	106	106	106	94	91
2		lichte Höhe über OFF	≥ 205	207	208	210	208	208	209	209	210	209	209	208	208
3	Leibung	Tiefe	≤ 26	24	24	26	24	26	26	26	26	26	26	26	26
4	Drücker, Griff	Abstand zu Bauteilen , Ausrüstungs- und Ausstattungs-elementen	≥ 50	nein, Möbel/Wand grenzen an	erfüllt	30	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt
		bogen- oder U-förmige Griffe/ Senkrechte Bügel bei Schiebetüren		U-förmig	U-förmig	bogen- förmig	U-förmig	bogen- förmig	bogen- förmig	bogen- förmig	bogen- förmig	bogen- förmig	bogen- förmig	bogen- förmig	Knauf außen bogenförmig
5	zugeordnete Beschilderung	Höhe über OFF	120–140	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	entfällt	entfällt
6	Orientierungs- hilfen	taktil eindeutig erkennbare Türblätter und Zargen		ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
		visuell kontrastierende Ausführung		ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
		kontrastierte Schwellen		Schwelle nicht vorhanden											
		Sicherheitsmarkierungen bei Ganzglastüren	40-70/ 120-160	entfällt											
manuell bedienbare Türen															
7	Drücker	Höhe Drehachse über OFF (Mitte Drückernuss)	85	105	105	85	105	85	85	85	85	85	85	85	85
8	Griff waagrecht	Höhe Achse über OFF	85	105	105	85	105	85	85	85	85	85	85	85	85
9	Griff senkrecht	Greifhöhe über OFF	85	entfällt											
10	Bedienkraft	mit geringem Kraftaufwand möglich Klasse 3		nicht erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt
		Kraft am Griff	25 N	12,9	15	19	12	16	15,9	14,7	24,3	17,2	21,4	19,3	14,6
		Drehmoment am Schlüssel	25 N	nicht bekannt											
		Öffnen Flügel	25 N	13,7	8	öffnet selbst	2,5	5	19,7	11,7	10	öffnet selbst	12,6	5,3	7,4
		Schließen Flügel	25 N	27,8	5	11	11	13	21,1	13,2	22,4	8,5	schließt selbst	4,1	18,7
automatische Türsysteme															
nicht vorhanden															

OFF = Oberfläche Fertigfußboden



Bei den Wohnungsabschlusstüren mit Beschriftung (z. B. Bewohnername), war diese nicht wie normativ gefordert in einer Höhe von 120 - 140 cm, sondern in 150 cm Höhe angeordnet. In zwei Zimmern (Zimmer 1 und Zimmer 3) wurde der seitliche Abstand zu Bauteilen, Ausrüstungs- oder Ausstattungselementen nicht eingehalten. Teilweise befanden sich hier eine Wand oder Möbel zu nah am Türdrücker. Zwei Wohnungsabschlusstüren (Zimmer 11, Zimmer 12) verfügten über einen Knauf als äußeren Türgriff.

Lediglich bei einer Wohnungsabschlusstür (Zimmer 1) war die Bedienkraft für das Schließen des Türflügels mit 27,8 N etwas höher als die geforderten max. 25 N.

Kraftbetätigte bzw. automatische Türsysteme waren nicht vorhanden.

- Ergebnisse Badezimmer Türen

Die Detailergebnisse der untersuchten Badezimmer Türen können Tabelle 20 entnommen werden.

Alle Badezimmer Türen waren mit einer lichten Breite zwischen 78 cm und 85 cm zu schmal für die uneingeschränkte Nutzung mit einem Rollstuhl. Bis auf eine Tür mit 78 cm lichter Breite entsprachen aber alle Türen der Anforderung für Innentüren in Wohnungen. Die zu schmalen Badezimmer Türen wurden von den Bewohnern, die teilweise einen Rollstuhl nutzen, bis auf eine Ausnahme nicht beanstandet. Bei fünf Badezimmer Türen war der seitliche Abstand zu Bauteilen, Ausrüstungs- oder Ausstattungselementen nicht eingehalten. Eine Badtür verfügte über einen Knauf sowohl auf der Außen-, als auch auf der Innenseite (siehe Abbildung 7).



Abbildung 7 Badtür mit Knauf: links: Ansicht von außen; rechts Ansicht von innen

Da diese Tür zudem schwer einrastete, konnten auch hier die Anforderungen nicht eingehalten werden. So war mit 60 N mehr als das Doppelte der zulässigen Bedienkraft für das Schließen der Tür nötig. Beides wurde von den zwei Bewohnern der Wohneinheit nicht als hinderlich beanstandet, da die Tür von den Bewohnern auch nicht komplett geschlossen wurde.

Auch bei einer weiteren Tür war für das Drehschließen mit gemessenen 30 N die Vorgabe von max. 25 N leicht überschritten.

Tabelle 20 Ergebnisse der Bestandsaufnahme und Bedienkraftmessungen: Badtüren

Anforderungen an Türen / Türtyp: Badtür																
	Komponente	Geometrie/Anforderung (Maße in cm)	Zimmer													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
alle Türen																
1	Durchgang	lichte Breite	≥ 90	81	82	85	78	85	83	83	83	83	83	84	84	
2		lichte Höhe über OFF	≥ 205	205	205	208	205	209	206	206	206	206	206	208	208	
3	Leibung	Tiefe	≤ 26	14	24	6,5	13	7	6	6	10	10	10	10	10	
4	Drücker, Griff	Abstand zu Bauteilen, Ausrüstungs- und Ausstattungselementen	≥ 50	erfüllt	erfüllt	20	nein	20	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	40	20	
		bogen- oder U-förmige Griffe/ Senkrechte Bügel bei Schiebetüren		U-förmig	U-förmig	U-förmig	Knauf	U-förmig								
5	zugeordnete Beschilderung	Höhe über OFF	120-140	entfällt												
6	Orientierungshilfen	taktil eindeutig erkennbare Türblätter und Zargen		ja	ja	ja	nein	ja								
		visuell kontrastierende Ausführung		ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	
		kontrastierte Schwellen		Wohnraum hell, Bad dunkel												
		Sicherheitsmarkierungen bei Ganzglastüren	40-70/120-160	entfällt												
manuell bedienbare Türen																
7	Drücker	Höhe Drehachse über OFF (Mitte Drückernuss)	85	105	105	85	105	85	85	85	85	85	85	85	85	
8	Griff waagrecht	Höhe Achse über OFF	85	105	105	entfällt	105	entfällt								
9	Griff senkrecht	Greifhöhe über OFF	85	entfällt	entfällt	85	entfällt	85	85	85	85	85	85	85	85	
10	Bedienkraft	mit geringem Kraftaufwand möglich Klasse 3		nicht erfüllt	erfüllt	erfüllt	nicht erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	
		Kraft am Griff	25 N	7	15	18	entfällt	21	12,1	20,4	17	13,3	9	21,8	15,6	
		Drehmoment am Schlüssel	25 N	nicht bekannt												
		Öffnen Flügel	25 N	5	5	13	11	5	12,1	4,5	4	10,2	3,2	9,1	5,2	
		Schließen Flügel	25 N	30	17	13	60 rastet schwer ein	11	3	4,5	2,7	10,1	3,1	12,4	15,2	
automatische Türsysteme																
nicht vorhanden																

OFF = Oberfläche Fertigfußboden



- Ergebnisse Fenstertüren

Die Detailergebnisse der untersuchten Fenstertüren können Tabelle 21 entnommen werden.

Die Höhe des Fenstergriffes war bei einer Tür auf 112 cm angeordnet (Zimmer 4). Der überwiegende Teil der Griffe lag auf 85 cm, zwei Griffe auf 105 cm. Der Ausblick in die Umgebung war bei allen Zimmern durch die Fenstertür gegeben, wenn es sich um Erdgeschosswohnungen mit Terrassenzugang handelte. Bei einem Zimmer mit französischem Balkon, lässt sich das 110 cm hohe Geländer durchblicken.

Die Bedienkräfte waren an keiner untersuchten Fenstertür vollständig innerhalb der Anforderung möglich. Bei den meisten Elementen wurden die Bedienkräfte gleich bei mehreren Bedienarten überschritten. Sogar beim Drehöffnen wurden Werte bis zum dreifachen der zulässigen Kraft gemessen. Das Schließen aus der kippgeöffneten Stellung war nur bei einem Element innerhalb der Anforderung möglich. Bewohner im Rollstuhl konnten die Fenstertüren teilweise nur bei festgestellter Bremse Drehöffnen. Andere Bewohner mussten beim Drehschließen zusätzlich mit dem Fuß drücken. Für eine Bewohnerin mit wenig Kraft im Arm war das Kippöffnen und –schließen nicht möglich.

Die Messergebnisse hinsichtlich der Bedienkräfte an den Türen und der Eindruck vor Ort lassen darauf schließen, dass die Fenstertüren nicht richtig eingestellt waren. Eine Vorher-Nachher Untersuchung (Kapitel 3.2) soll hierüber Aufschluss geben.

Bei drei Fenstertüren war die lichte Höhe der Elemente nicht innerhalb der Vorgaben, dies wurde von den Bewohnern aber nicht beanstandet.

Rein normativ betrachtet hielten mit einer Schwellenhöhe von max. 2 cm etwa 2/3 der Schwellen die Anforderung ein. Drei Schwellen waren zu hoch. Eine 7 cm hohe Schwelle wurde von den Bewohnern lediglich als störend bezeichnet. Schon Schwellenhöhen unter 2 cm wurden als Stolperfallen bzw. Gefahrenstellen insbesondere bei Rollatornutzern angegeben. Eine Nutzerin mit Rollstuhl empfand hingegen bei einer 2 cm hohen abgerundeten Schwelle keine Probleme.

Tabelle 21 Ergebnisse der Bestandsaufnahme und Bedienkraftmessungen: Fenstertüren

Anforderungen an Fenster / Fenstertyp: Fenstertür																	
Komponente	Geometrie/Anforderung (Maße in cm)		Zimmer														
1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
alle Fenster																	
1	Fenstergriffe	Höhe über OFF	85-105	105	105	85	112	85	85	85	85	85	85	85	85		
		Abstand zu angrenzenden Bauteilen	≥ 2,5	erfüllt													
		bogen- oder U-förmige Griffform		bogenförmig													
2	Leibung	Tiefe	≤ 26	erfüllt													
3	Ausblick	Brüstungshöhe des Balkons (oder transparente Brüstung)	≤ 60	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	110, franz. Balkon (Gitter)	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt		
4	Gefährdung	Öffnungsbegrenzung		nicht vorhanden													
		Sperrsicherung bei Dreh-Kipp-Beschlägen		abschießbar	nicht vorhanden												
		Brüstungserhöhung		nicht vorhanden													
		Dämpfer im Anschlag bei Schiebefenstern		nicht vorhanden													
5	Bedienkräfte	Klasse 2		nicht eingehalten													
		Kraft am Griff	30 N	75	60	73	27	50	45,5	nicht messbar	50	79,7	51	23	28,6		
		Öffnen Flügel	30 N	45	96	klemmt	27	klemmt	52,8	26,6	51,7	42,7	37,8	46,5	54		
		Schließen Flügel	30 N	72	30	40	5	klemmt	32,1	nicht messbar	47,8	39,4	11	17,1	22		
		Schließen aus Kippstellung	30 N	27	40	44	45	60	69,4	nicht messbar	74,2	kaum möglich	97,4	49,3	57,1		
manuell bedienebare Fenstertüren																	
6	Durchgang	lichte Breite	≥ 90	80	92	103	95	102	101	101	101	101	101	95	96		
		lichte Höhe über OFF	≥ 205	204	204	230	198	230	227	220	220	220	220	208	207		
7	Bewegungsfläche	Außen	120x120	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt		
		Innen	120x120	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt		
8	Schwelle	Höhe Schwellenausführung	0-2	2 cm, abgerundet		Magnetdichtung	7 cm	Magnetdichtung	1,5 cm	entfällt	2 cm	2,5	3 cm	1 cm	1 cm, außen abgeschrägt		
automatische Fenstersysteme																	
nicht vorhanden																	

OFF = Oberfläche Fertigfußboden

3.1.5 Ergebnisse – Bedienkraft der Nutzer mit dem Bedienkraftsimulator

Die Bedienkraftmessungen mit dem Bedienkraftsimulator wurden mit 10 Probanden durchgeführt. Diese sollten zum einen einschätzen, welche der simulierten Bedienkräfte ihrem persönlichen Komfortbereich entsprechen, zum anderen wurde die persönliche maximal mögliche Bedienkraft bestimmt. Dabei steht der Komfortbereich für Bedienkräfte, die man ohne Beanstandung mehrmals täglich ohne Schwierigkeiten aufbringen könnte. Die maximalen Kräfte lassen sich kurzfristig aufbringen, sind aber für eine dauerhafte Bedienung ungeeignet.

Tabelle 22 zeigt die Ergebnisse dieser Untersuchungen. Hier sind die einzelnen Bedienarten, die bei Türen und Fenstern mit Dreh- oder Drehkippfunktion auftreten aufgeführt. Zu jeder Bedienart sind die Grenzwerte für eine barrierefreie Bedienbarkeit nach DIN 18040 angegeben. Die Länge des Griffs betrug bei den Untersuchungen ca. 13 cm (Abstand Drehachse zu Griffende). Dies entspricht einer typischen Länge sowohl für Fenster, als auch für Türen

Tabelle 22 Ergebnisse der Bedienkraftmessungen mit dem Bedienkraftsimulator für den Komfortbereich sowie den Bereich der maximal möglichen Bedienkraft gegenüber den normativen Anforderungen

Bedienart	Bereich	Bedienkraft in Nm bzw. N									
		Nutzer	M, 75, Gehhilfe	W, 85, sehr klein	M, 80, am Stock	W, 87, Gehhilfe	W, 83, Rollstuhl	W, 85, Gehhilfe	W, 80, Rollstuhl	W, 73, agil	W, 78, sehr agil
Schlüsselbedienung in Nm 85 cm (1,5 Nm*/2 Nm**)	Komfort	k.A.	< 0,8	0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	0,8	< 0,8	< 0,8
	Maximal	k.A.	1,6	1,2	1,6	1,2	< 0,8	< 0,8	1,2	1,6	1,6
Griffbedienung in Nm 85 cm (2,5 Nm*/5,0 Nm**)	Komfort	k.A.	2,1	k.A.	2,1	2,1	1,6	1,2	2,1	2,8	2,8
	Maximal	k.A.	5,5	k.A.	4,5	4,5	3,5	2,1	4,5	8,5	8,5
Horizontalbewegung in N 85 cm (25 N*/30 N**)	Komfort	k.A.	34	k.A.	14	17	17	17	17	34	34
	Maximal	k.A.	73	k.A.	58	73	58	34	73	88	73
Griffbedienung in Nm 105 cm (2,5 Nm*/5,0 Nm**)	Komfort	2,8	2,1	1,6	1,6	2,1	1,6	1,2	2,1	2,1	2,1
	Maximal	6,4	6,4	5,5	4,5	3,5	3,5	2,8	4,5	6,4	6,4
Horizontalbewegung in N 105 cm (25 N*/30 N**)	Komfort	24	34	17	24	17	24	17	24	34	34
	Maximal	73	58	50	73	45	58	34	73	140	105
Griffbedienung in Nm 140 cm (2,5 Nm*/5,0 Nm**)	Komfort	1,6	2,1	1,6	1,2	Olive zu hoch	1,6	Olive zu hoch	2,1	2,8	2,8
	Maximal	4,5	4,5	3,5	4,5	Olive zu hoch	3,5	Olive zu hoch	4,5	7,6	7,6
Horizontalbewegung in N 140 cm (25 N*/30 N**)	Komfort	24	24	24	17	Olive zu hoch	14	Olive zu hoch	17	34	24
	Maximal	73	45	73	58	Olive zu hoch	34	Olive zu hoch	58	88	73

Im Vergleich des Anforderungswerts mit den ermittelten Bedienkräften im Komfortbereich zeigt sich:

- dass der Anforderungswert zur Schlüsselbedienung (fingerbetätigt) mit 1,5 Nm deutlich größer ist, als die Angaben der Nutzer mit max. 0,8 Nm.
- dass der Grenzwert zur Griffbedienung bei Türen mit 2,5 Nm für viele Nutzer, unabhängig von der Greifhöhe, über deren Komfortbereich liegt. Dieser wird überwiegend mit 1,6 Nm bis 2,1 Nm angegeben. Damit ist der Anforderungswert von 5 Nm bei Fenstern

deutlich zu hoch. Die Greifhöhe hat kaum Einfluss auf die Bedienkraft, die komfortabel aufgebracht werden kann. Jedoch ist eine Greifhöhe von 140 cm für die Nutzer mit Rollstuhl bereits nicht mehr erreichbar.

- dass es nur einen geringen Unterschied zwischen der Bedienkraft bei Horizontalbewegung abhängig von der Bedienhöhe gibt. Tendenziell fällt die Bedienung auf 105 cm leichter als auf 85 cm oder 140 cm.
- Der Grenzwert für die lineare Öffnungsbewegung von 25 N ist bei 85 cm für 5 von 8 Nutzern und bei 105 cm und 140 cm Greifhöhe für 7 von 10 Nutzern zu hoch für eine komfortable Bedienung. Damit ist auch der höhere Grenzwert von 30 N bei Fenstern für den Großteil der Befragten nicht im Rahmen einer komfortablen Bedienung geeignet.

Im Vergleich von Anforderung mit Messwert zeigt sich im Maximalbereich:

- dass der Grenzwert zur Schlüsselbedienung (fingerbetätigt) mit 1,5 Nm für die meisten Nutzer im Bereich des maximal möglichen oder darüber liegt.
- dass der Grenzwert zur Griffbedienung bei Fenstern mit 5 Nm für mindestens die Hälfte der Nutzer oberhalb der maximal aufbringbaren Bedienkraft liegt. Dies ist unabhängig von der Greifhöhe. Der Mittelwert je Greifhöhe über alle Nutzer gezogen entspricht jeweils fast genau 5 Nm. Damit muss die normative Vorgabe von max. 5 Nm als ungeeignet bzw. zu hoch angesehen werden.
- dass die meisten Nutzer, unabhängig von der Greifhöhe, mindestens etwa das Doppelte der Grenzwerte zur Horizontalbewegung aufbringen können. Die Maximalkraft einer Probandin im Rollstuhl beschränkte sich auf 34 N. Die höchsten gemessenen Bedienkräfte wurden bei einer Greifhöhe von 105 cm gemessen. Daraus lässt sich ableiten, dass Greifhöhen über 105 cm, für die Barrierefreiheit nicht nur hinsichtlich der Erreichbarkeit für Rollstuhlfahrer, sondern auch hinsichtlich der Bedienkräfte weniger geeignet sind.

3.2 Servicearbeiten an Fenstertüren

Im Kapitel 3.1.4 wurden Bedienkräfte an Fenstertüren in Wohneinheiten von Senioren-/Pflegeheimen und Einrichtungen des betreuten Wohnens untersucht. Dabei wurden 12 Zimmer bzw. Wohnungen betrachtet. Bei zwei Wohnungen (Zimmer 4 und 10) waren jeweils zwei Fenstertüren vorhanden. Nicht alle Elemente konnten näher betrachtet werden. Bei zwölf untersuchten Fenstertüren aber, erfüllte keine die Anforderung einer einfachen, barrierefreien Bedienbarkeit. Meist überschritten gleich mehrere Bedienarten die Vorgaben hinsichtlich der max. erforderlichen Bedienkraft. Häufig wurde ein Klemmen bzw. eine Schwergängigkeit des Flügels beim Drehöffnen/ -schließen festgestellt. Als Ursache wurden schlecht eingestellte und nicht gewartete Fensterflügel vermutet. Dieser Sachverhalt wurde zum Anlass dieser Untersuchungen genommen, die den Einfluss einer fachgerechten Wartung und Pflege auf die Bedienkräfte zeigen sollten.

3.2.1 Untersuchungsmethodik

An zwölf Fenstertüren wurden erneut die Bedienkräfte gemessen. Im Anschluss wurden die jeweils erforderlichen Servicearbeiten von einer Fachfirma durchgeführt. Vorgabe war, die Elemente hinsichtlich der Bedienkräfte und des Schließdrucks optimal einzustellen, der Einsatz von Ersatzteilen erfolgte nicht. Nach den Servicearbeiten wurden die Bedienkräfte erneut ermittelt. Im Gegensatz zur vorherigen Untersuchung, wurde bei diesem Vergleich vor/ nach Servicearbeiten, nicht die Kraft zum Herabdrücken des Griffes, sondern der Drehmoment zur Griffdrehung gemessen.

3.2.2 Ergebnisse

In Tabelle 23 sind die gemessenen Bedienkräfte an den Fenstertüren abhängig von der Bedienart aufgetragen. In der oberen Zeile steht jeweils der Wert vor, in der unteren Zeile der Wert nach den Servicearbeiten. Liegen Messwerte innerhalb der Anforderungen an die Bedienkraft nach DIN 18040, ist/ sind diese in grüner Schriftfarbe gehalten.

Tabelle 23: Einfluss von Servicearbeiten auf die Bedienkräfte an Fenstertüren in Pflegeheimen abhängig von der Bedienart. Eingehaltene Anforderungen sind grün markiert.

Fenstertür		Zimmer												
Bedienart	Service	1	2	3	4a	4b	5	6	7	8	9	10	11	12
Drehmoment am Griff in Nm	Vorher	8,8	6,5	4	1,3	2,9	6,8	6,9	nicht messbar	5,9	13,3	10,2	3	8,3
	Nachher	3,1	2,8	3,6	1,9	2,8	2,9	nicht möglich	7,3	4,7	5,5	7,2	3	2,3
Drehöffnen in N	Vorher	86	120	40	30	42	110	74	36	61	54	50	65	110
	Nachher	36	16	42	20	29	60	nicht möglich	5	42	4,9	48	52	50
Drehschließen in N	Vorher	81	50	16	33	45	nicht messbar	206	31	74	28	23	62	40
	Nachher	27	9	15	28	27	15	nicht möglich	7	66	19	13	5	17
Kippöffnen in N	Vorher	19	20	20	35	41	70	22	13	0	84	46	35	25
	Nachher	22	17	20	27	28	47	nicht möglich	0	0	50	20	26	21
Kippschließen in N	Vorher	32	26	61	34	38	68	130	84	62	154	90	49	61
	Nachher	28	27	52	36	31	68	nicht möglich	85	75	100	75	61	56

- Ergebnisse bei den Drehmomenten
Vor dem Service, konnte bei 8 Elementen die Anforderung von max. 5 Nm nicht eingehalten werden. Durch den Service konnten 5 dieser Elemente bis zum Einhalten der Anforderung verbessert werden. Die Verbesserungen reichen von etwa 20 - 72 %.
Bei 3 Elementen konnten auch nach den Arbeiten die Bedienkräfte nicht eingehalten werden. Bei zwei dieser Elemente konnte aber die Bedienkraft um etwa 29 % bzw. 58 % gesenkt werden. Bei einem dieser Elemente kann keine Aussage erfolgen, da die Vorher-Messung nicht möglich war.

- Ergebnisse beim Drehöffnen/ -schließen
Das Drehöffnen konnte vor dem Service nur bei einem Element innerhalb der Anforderung von max. 30 N erfolgen. Nach den Arbeiten konnten weitere vier Elemente die Anforderungen einhalten. Hier waren Senkungen der Bedienkraft von etwa 31 - 91 % möglich. Bei den sieben Elementen, die auch nach dem Service die Anforderung nicht einhalten konnten, wurden dennoch Verbesserungen bis 58 % erreicht. Das Drehschließen war vor dem Service bei drei von elf Elementen innerhalb der Anforderung möglich, nachher bei zehn von elf Elementen. Dabei konnte die Bedienkraft zwischen 15 % und 92 % reduziert werden. Ein Element konnte nicht ausreichend verbessert werden. Bei zwei Elementen konnte die Messung nicht vollständig durchgeführt werden.
- Ergebnisse beim Kippöffnen/ -schließen
Das Kippöffnen konnte bei vier Elementen durch den Service bis zur Einhaltung der Anforderung verbessert werden. Damit bewegten sich zehn Elemente innerhalb der Anforderung.
Die Anforderung konnte beim Kippschließen vorher nur von einem Element eingehalten werden, nachher von zweien. Hier war nur eine leichte Verbesserung nötig. Zehn weitere Elemente konnten nachgestellt werden, aber nur bei der Hälfte konnte auch eine Reduktion der Bedienkräfte erzielt werden. Diese bewegte sich zwischen 8 % und 35 %. Bei vier Elementen ergab sich eine Zunahme der nötigen Bedienkraft um 1 % - 24 %.

Zusammenfassung der Maßnahmen:

Die Fenstertüren haben sich gesetzt und wurden teilweise unsachgemäß nachgestellt. Bei einigen Elementen sind größere Toleranzen zwischen Rahmen und Flügel aufgetaucht. Es liegt der Verdacht nahe, dass stellenweise falsche Schließstücke verbaut wurden.

Die Elemente konnten dennoch zumeist sehr gut eingestellt werden.

Es war meist möglich einen „Mittelweg“ zwischen Dichtungsanzug und Bedienkraft am Griff einzustellen, der sich im Rahmen der Forderungen aus DIN 18040-2 bewegt.

Die zum Großteil verbauten Magnetdoppeldichtungen erforderten eine zusätzliche Kraft beim Drehöffnen der Tür. Nach ersten orientierenden Versuchen betrug diese bei den untersuchten Fenstertüren ca. 30 N. In Zimmer 5 hielten der Schnapper mit ca. 10 N und die Bodendichtung mit ca. 30 N den Flügel in dem Rahmen. In Zimmer 6 war ohne Ersatzteile keine Verbesserung der Funktion der Tür möglich.



3.2.3 Fazit

Die Untersuchungen zeigen, dass sich schon mit einfachen Servicearbeiten eine wesentliche Reduktion der Bedienkräfte erreichen lässt. Teilweise lassen sich die Bedienkräfte bis zum Erreichen der Anforderungen an eine einfache Bedienbarkeit nach DIN 18040 reduzieren.

Die Servicearbeiten erwiesen sich als besonders wirksam bei der Verbesserung des Drehöffnens und des Drehschließens. Wesentliche Verbesserungen ließen sich auch beim Kippöffnen erreichen. Das für die Nutzer kritischste und oft nicht zu bedienende Kippschließen konnte durch die Servicearbeiten nicht hinreichend verbessert werden.



4 Laboruntersuchungen

Im Vorfeld der Laboruntersuchungen wurde mit der Projektgruppe analysiert, welche Themen hinsichtlich der Barrierefreiheit mit Fenstern und Türen derzeit besonders relevant sind. Identifiziert wurden dabei die Themen Bedienkräfte und Schwellen. Dies deckte sich auch mit den Ergebnissen aus der Produktanalyse (Kapitel 2.8). Aus den dazu vorhandenen Fragestellungen wurden verschiedene Laboruntersuchungen abgeleitet.

4.1 Bedienkräfte

4.1.1 Prüfung und Klassifizierung von Bedienkräften

Das Verfahren für die Ermittlung der Bedienkräfte ist
für Türen in DIN EN 12046-2 [33],
für Fenster in DIN EN 12046-1 [34]
gegeben.

Anhand der ermittelten Prüfergebnisse erfolgt die Klassifizierung für die Bedienkräfte
für Türen nach DIN EN 12217 [35],
für Fenster nach DIN EN 13115 [36].

Im Rahmen der Anwendung der Normen ist es wichtig zu beachten, dass Fenstertüren normativ wie Fenster bewertet werden müssen. Fenstertüren stellen in der Regel den Zugang für Personen zu Freisitzen (Balkon, Terrasse) dar. Zu den Fenstertüren zählen beispielsweise auch Hebeschiebetüren.

Zur Prüfung der Bedienkräfte von Türen ist in DIN EN 12046-2 folgende Kurzbeschreibung gegeben:

„Die Grundlage der Prüfung besteht in der Messung der Mindestkraft oder des Mindestdrehmoments, die/ das erforderlich ist, um die Beschläge (Schloss, Türdrücker usw.) ein- oder auszuklinken, um das Öffnen des Türblattes, des Fensterflügels oder des Schiebeflügels einzuleiten bzw. die Schließbewegung des Türblattes, des Fensterflügels oder Schiebeflügels bis zu einer Fallenposition oder eingeklinkten Position einer Sicherheitsvorrichtung zu vollenden.“ [33]

Zu ermitteln sind bei Türen die dynamischen Schließkräfte sowie die linearen Kräfte und Drehmomente zur Bedienung der Beschlagteile. Beim dynamischen Schließen wird der Türflügel aus einem definierten Abstand freigegeben und von Gewichten bis zum Einklinken der Falle gezogen. Mit diesem Prüfungsteil wird das „schwungvolle“ Schließen einer Tür simuliert. Außerdem sind die lineare Kraft oder das Drehmoment zu ermitteln, die zur Bedienung der Beschlagteile nötig sind. Gemeint sind hier die Freigabe der Falle sowie das Ver- und Entriegeln des Beschlages. Zudem ist die Kraft zu ermitteln, die zur Einleitung und zur Aufrechterhaltung der Bewegung nötig ist.

Zur Prüfung der Bedienkraft von Fenstern wird in DIN EN 12046-1 folgende Kurzbeschreibung gegeben:

„Bei der Prüfung wird die statische Mindestkraft bzw. das statische Mindestdrehmoment gemessen, die/ das

- *für die Freigabe bzw. Verriegelung der Beschläge (Verschlüsse oder Griffe);*
- *für die Einleitung der Öffnungsbewegung und*
- *für das vollständige Schließen des Flügelrahmens bzw. Schiebeflügels erforderlich ist.“ [34]*

Die Freigabe bzw. Verriegelung kann als Kraft oder Drehmoment gemessen werden. Zum Einleiten der Öffnungs-/ bzw. Schließbewegung ist die Kraft zu ermitteln, die nötig ist um den Flügel zu öffnen (um ca. 10 cm) und zu Schließen (um ca. 10 cm). Ebenfalls ist die Kraft zu ermitteln, die zum vollständigen Schließen des Flügels bzw. zum Zudrücken des Flügels notwendig ist.

Beispielhaft zeigt Abbildung 8 eine Drehmomentmessung an einem Griff und Abbildung 9 eine Bedienkraftmessung für das vollständige Drehschließen eines Fensterflügels.



Abbildung 8 Messung des Drehmomentes an einem Fenstergriff. Am Griff ist eine Manschette angebracht, dabei liegt die Aufnahme für das Drehmomentmessgerät in der Drehachse des Griffs. Das Drehmomentmessgerät ist mit einem Aufzeichnungsgerät verbunden.

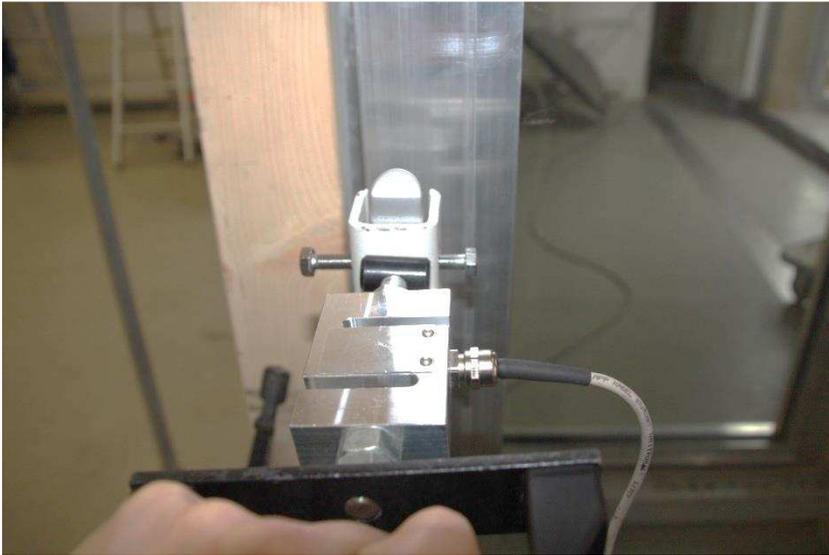


Abbildung 9 Messung der Bedienungskraft bei Linearbewegung an einem Fenster. Gemessen wird die Kraft, die zum vollständigen Drehschließen des Flügels benötigt wird. Die Kraft wird üblicherweise 2 cm unterhalb des Griffendes aufgebracht. Das Kraftmessgerät ist mit einem Aufzeichnungsgerät verbunden.

Anhand der ermittelten Bedienungskräfte erfolgt die Klassifizierung. Tabelle 24 zeigt die Klassifizierungstabelle für Türen, Tabelle 25 die Klassifizierungstabelle für Fenster.

Tabelle 24 Klassifizierung der Bedienungskräfte von Türen. Aus [35]

Beständigkeit gegen:	Klasse 0	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5
Schließkraft bzw. Kraft zur Einleitung einer Bewegung, Höchstwert, (N)	- ^a	75	50	25	10	50
Handbetätigte Baubeschläge ^b						
- maximales Moment (Nm)	-	10	5	2,5	1	5
- maximale Kraft (N)	-	100	50	25	10	50
Fingerbetätigte Baubeschläge ^b						
- maximales Moment (Nm)	-	5	2,5	1,5	1	1,5
- maximale Kraft (N)	-	20	10	6	4	6
^a keine Anforderungen						
^b Der höhere Messwert von Kraft oder Moment nach EN 12046-2 bestimmt die Klasse						

Tabelle 25 Klassifizierung der Bedienungskräfte von Fenstern. Aus [36]

Prüfung	Widerstand gegen Bedienkräfte	Klasse 0	Klasse 1	Klasse 2
3	a) Schiebe- oder Flügelfenster	—	100 N	Klasse 2 30 N
	b) Beschläge			
	1) Hebelgriffe (handbetätigt)	—	100 N oder 10 Nm	30 N oder 5 Nm 20 N oder 2 Nm
	2) Fingerbetätigt	—	50 N oder 5 Nm	

4.1.2 Kritische Betrachtung der Normen zur Ermittlung sowie Klassifizierung der Bedienkräfte

Verschiedene Aspekte, die mit der Ermittlung sowie der Klassifizierung von Bedienkräften stehen, werden im Folgenden kritisch betrachtet.

- **Höhe der Bedienkräfte**

Die Festlegung der Klassengrenzen in EN 12217 sowie EN 13115 erfolgte nicht unter dem Aspekt der Barrierefreiheit, sondern unter dem Gesichtspunkt der generellen Funktionalität des Bauelementes. So sollen z. B. die Klassengrenzen für fingerbetätigte Beschläge (Schließzylinder) dem Abscheren des Schlüssels entgegenwirken.

Anhand der durchgeführten Praxisuntersuchungen (Kapitel 3.1.5) wurde festgestellt, dass die normativen Vorgaben der DIN 18040-2 hinsichtlich der Bedienkräfte nicht die Kräfte widerspiegeln, die tatsächlich leicht von Nutzern aufgebracht werden können.

Die Probandenversuche haben gezeigt, dass insbesondere für fingerbetätigte Beschläge bei Türen die Vorgaben zu den Bedienkräften meist deutlich über dem Komfortbereich der Nutzer liegen. Bei der Bedienkraft für die Linearbewegung liegt die Anforderung meist am oberen Ende des Komfortbereichs der Probanden oder überschreitet diesen. Stattdessen liegen die geforderten Bedienkräfte für Türen für fingerbetätigte Beschläge bei den meisten Probanden im Bereich dessen, was diese maximal aufbringen können. Der Grenzwert für die Bedienung handbetätigter Beschläge bei Türen kann von den meisten Probanden aufgebracht werden. Der höhere Grenzwert von Fenstern liegt für die Mehrheit der Probanden oberhalb der maximal aufbringbaren Bedienkraft. Die Vorgaben zu den Bedienkräften zur Linearbewegung liegen deutlich unter dem, was die Probanden maximal aufbringen konnten.

Die Grenzwerte der DIN 18040-2 hinsichtlich der Bedienkräfte sind bei Fenstern höher als bei Türen. Dies könnte damit begründet werden, dass Türen häufiger bedient werden müssen als Fenster und darum niedrige Bedienkräfte wichtiger sind. Auch verfügen Türen oft über deutlich weniger Zuhaltungen, z. B. nur eine Falle und ein Riegel am Hauptschloss, wohingegen Fenster umlaufend mehrere Verriegelungspunkte aufweisen. Aus Sicht der Nutzer sind unterschiedliche Anforderungen für Fenster und Türen nicht sinnvoll.

Zudem sind bei den Anforderungen für die Bedienkräfte unterschiedliche Griffängen zugrunde gelegt. Bei einer Tür entspricht ein Drehmoment von 2,5 Nm einer Kraft von 25 N auf einen 0,10 m langen Griff. Bei einem Fenster hingegen würde der geforderten Kraft von 30 N einem Drehmoment von 3,0 Nm bei einer Griffänge von 0,10 m entsprechen. In DIN EN 13115 ist hingegen ein maximales Drehmoment von 5 Nm zulässig.

Den Zusammenhang zwischen Drehmoment, Kraft und Grifflänge zeigt für Türen Abbildung 10 und für Fenster Abbildung 11.

Die in DIN 18040-2 formulierte Anforderung hinsichtlich der Bedienkräfte bei Fenstern ist unklar formuliert, dies wird aus unten stehendem Zitat deutlich. Unklar ist, ob zur Bedienung sowohl eine maximale Kraft und ein maximales Moment eingehalten werden müssen oder ob nur eine dieser Anforderungen genügt.

„Leicht zu öffnen und zu schließen sind Fenster, wenn – der manuelle Kraftaufwand (Bedienkraft) zum Öffnen und Schließen von Fenstern höchstens 30 N, das maximale Moment 5 Nm beträgt (Klasse 2 nach DIN EN 13115);“ [12]

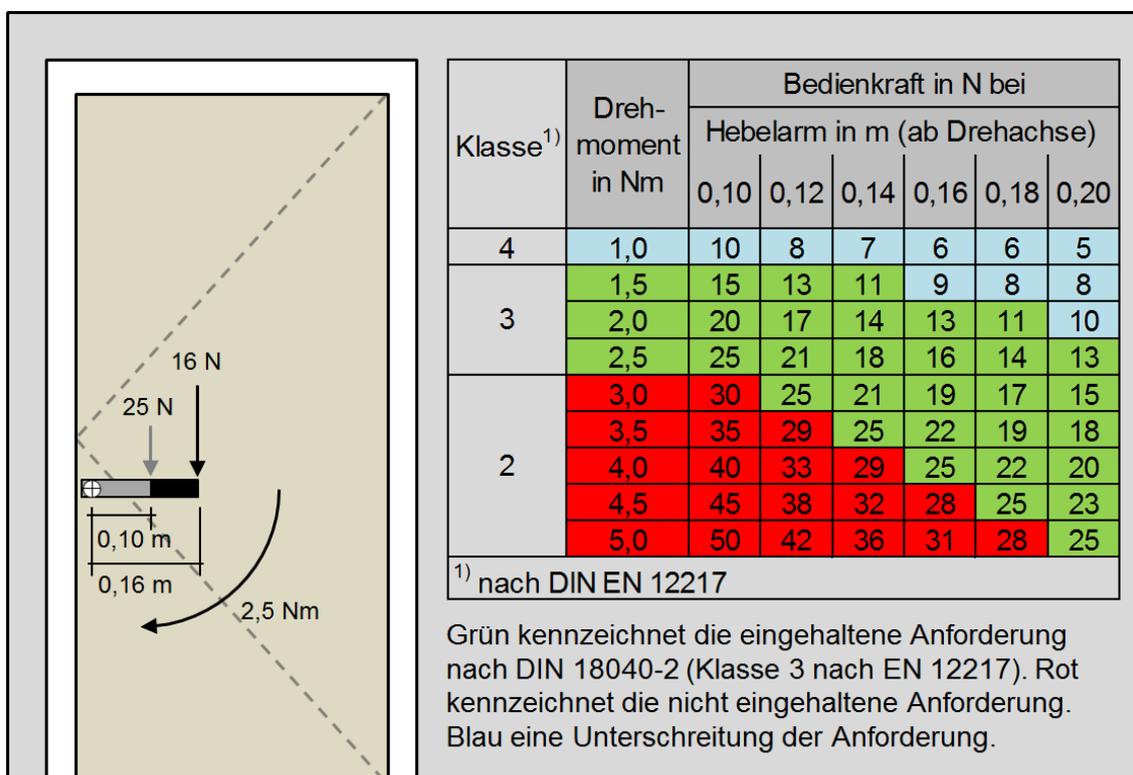


Abbildung 10 Einfluss des Hebelarms bzw. der Grifflänge auf die Bedienkraft zur Griffführung. Bei gegebenem Drehmoment reduziert sich die Bedienkraft mit größer werdender Grifflänge. Nach DIN 18040-2 müssen Bedienkräfte und –momente von Türen mindestens der Klasse 3 nach EN 12217 entsprechen.

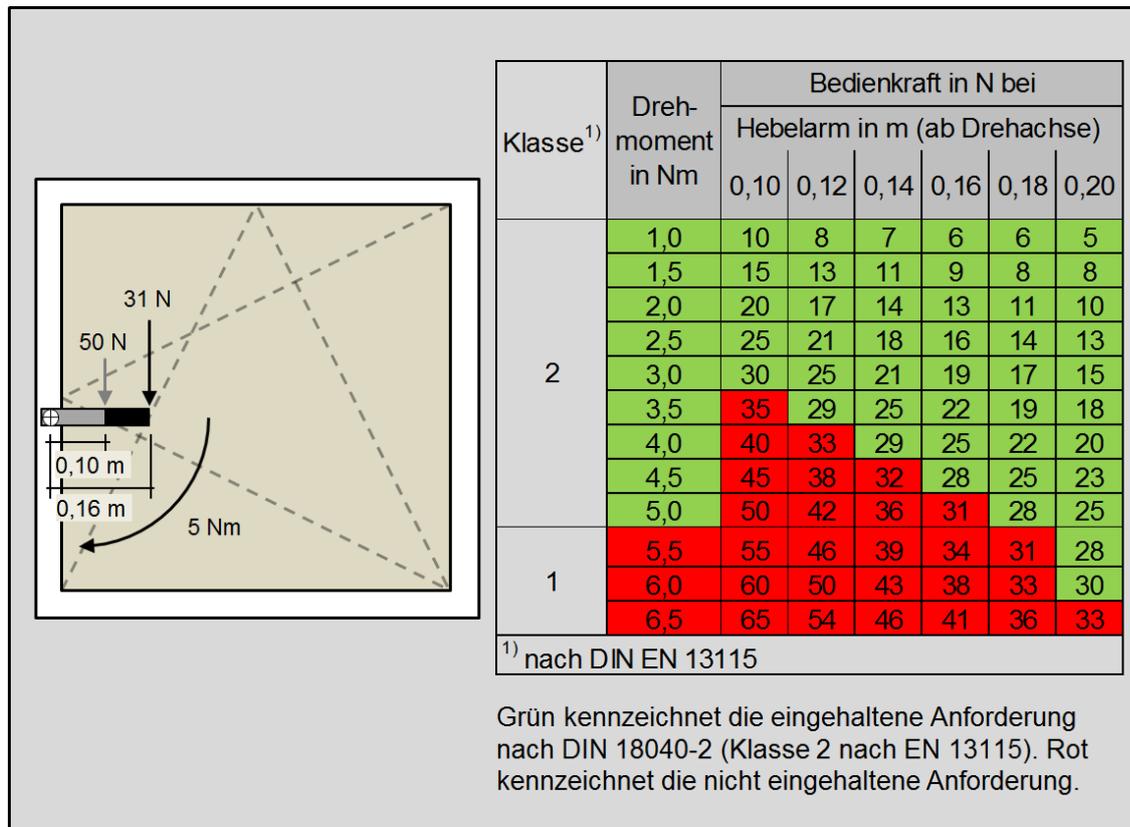


Abbildung 11 Einfluss des Hebelarms bzw. der Grifflänge auf die Bedienkraft zur Griffführung. Bei gegebenem Drehmoment reduziert sich die Bedienkraft mit größer werdender Griffgröße. Nach DIN 18040-2 dürfen Bedienkräfte und –momente von Fenstern max. 30 N und max. 5 Nm betragen. Dies entspricht Klasse 2 nach EN 13115.

- **Messung der Bedienkräfte**

Ein Teil der Prüfung der Bedienkräfte einer Tür besteht in der Messung der Bedienkraft zum Freigeben der Falle. Dabei kann entweder die dazu notwendige Kraft oder das Drehmoment gemessen werden. Die Messung des Drehmomentes bei der Prüfung macht das Messergebnis unabhängig von der Länge des Griffes der montiert ist. Bei der Klassifizierung der Bedienkraft einer Tür bestimmt der insgesamt höchste Messwert aus allen erfolgten Messungen die erreichte Klasse der Bedienkraft.

Beispielsweise wäre in einer Elementprüfung das Drehmoment mit 4 Nm gemessen worden. Damit wäre die Anforderung von max. 2,5 Nm nicht eingehalten, auch wenn alle anderen Bedienarten die Anforderungen einhalten. Würde dieses Element aber mit einer Griffgröße von 0,16 m verwendet, würde die Kraft zum Herabdrücken des Griffes nur 25 N betragen. Damit wären die oben genannte Anforderung eingehalten.

Bei Fenstern entscheidet ebenfalls die höchste gemessene Bedienkraft bei allen Bedienarten über die Klassifizierung des Elementes. Wie schon in den Praxisuntersuchungen gezeigt, ist bei Dreh-Kippenfenstern gerade das Schließen aus der Kippfunktion problematisch hinsichtlich barrierefreier Bedienkräfte. Sinnvoller wäre eine



differenzierte Kennzeichnung der Elemente für jede einzelne Öffnungsart wie z. B. Drehen und Kippen. So könnte das Element zwar insgesamt einer Klasse der Bedienkraft zugeordnet sein, aber zudem könnten die übrigen Bedienkräfte nach Bedienart aufgeschlüsselt sein. Bei einer Fenstertür könnten dann etwa die Griffbedienung und das Drehöffnen und -schließen barrierefrei möglich sein, das Kippöffnen und -schließen aber nicht. Der Einsatz eines solchen Elementes wäre dann z. B. dennoch dort möglich wo z. B. Betreuungspersonal das Kippöffnen/ -schließen vornimmt.

In der Regel wird als Bedienkraft zum Drehen eines handbetätigten Beschlages, wie Türdrücker oder Fenstergriff, das dazu nötige Drehmoment angegeben. In der Praxis bringt der Nutzer jedoch kein Drehmoment auf, sondern eine Kraft. Im Fall eines Türdrückers muss der Nutzer eine Kraft von oben senkrecht auf den Türdrücker aufbringen um diesen herabzudrücken. Wieviel Kraft hierzu benötigt wird, hängt zum einen zwar vom Beschlag ab, zum anderen aber auch wesentlich von der Grifflänge des Türdrückers. Je länger der Griff, desto weniger Kraft wird zum Herabdrücken des Griffes benötigt. Dieser Zusammenhang besteht auch bei Fenstern. Hersteller könnten für ihr Produkt darauf hinweisen, dass dieses mit einem Türdrücker bzw. einem Fenstergriff einer bestimmten Grifflänge die Anforderungen an barrierefreie Bedienkräfte einhält.

4.2 Analyse der Bedienkräfte von Fenstern aus vorhandenen Messdaten

Im Folgenden werden Prüfergebnisse aus Bedienkraftmessungen, die am ift Rosenheim in der Vergangenheit an unterschiedlichen Fensterelementen durchgeführt wurden, ausgewertet. Damit soll aufgezeigt werden, in welchem Bereich sich Bedienkräfte von Fenstern typischerweise bewegen. Zur Analyse lagen Prüfergebnisse von Fenstern verschiedener Rahmenmaterialien vor. Die Abmessungen und Gewichte der verschiedenen Elemente variierten stark:

- Elementbreite von 358 mm bis 3316 mm (Mittelwert 1721 mm)
- Elementhöhe von 1078 mm bis 3058 mm (Mittelwert 1999 mm)
- Flügelbreite von 300 mm bis 2500 mm (Mittelwert 1295 mm)
- Flügelhöhe von 1000 mm bis 3000 mm (Mittelwert 1791 mm)
- Flügelgewicht von 13 kg bis 204 kg (Mittelwert 84 kg)

Wie aus den Elementgrößen erkennbar, werden häufig auch großformatige Elemente geprüft, die so im klassischen Wohnungsbau weniger häufig vorkommen.

In Abbildung 12 sind die Bedienkräfte der untersuchten Fenster dargestellt. Für jedes Element standen die Bedienkräfte, die während eines gesamten Prüfverlaufs an dem jeweiligen Element erfasst wurden, zur Verfügung. Die Messwerte umfassen also z. B. die Eingangsprüfung vor der Luftdurchlässigkeitsprüfung sowie vor, während und nach der mechanischen Prüfung. Der Mittelwert wurde aus allen vorhandenen Einzelmesswerten eines Elementes über alle Elemente erfasst. Diese Auswertung bietet damit einen ersten orientie-

renden Überblick über übliche Bedienkräfte von Fenstern. Außerdem zeigt diese Auswertung wie viele der gemessenen Bedienkräfte ohnehin innerhalb der Anforderungen nach DIN 18040-2 liegen.

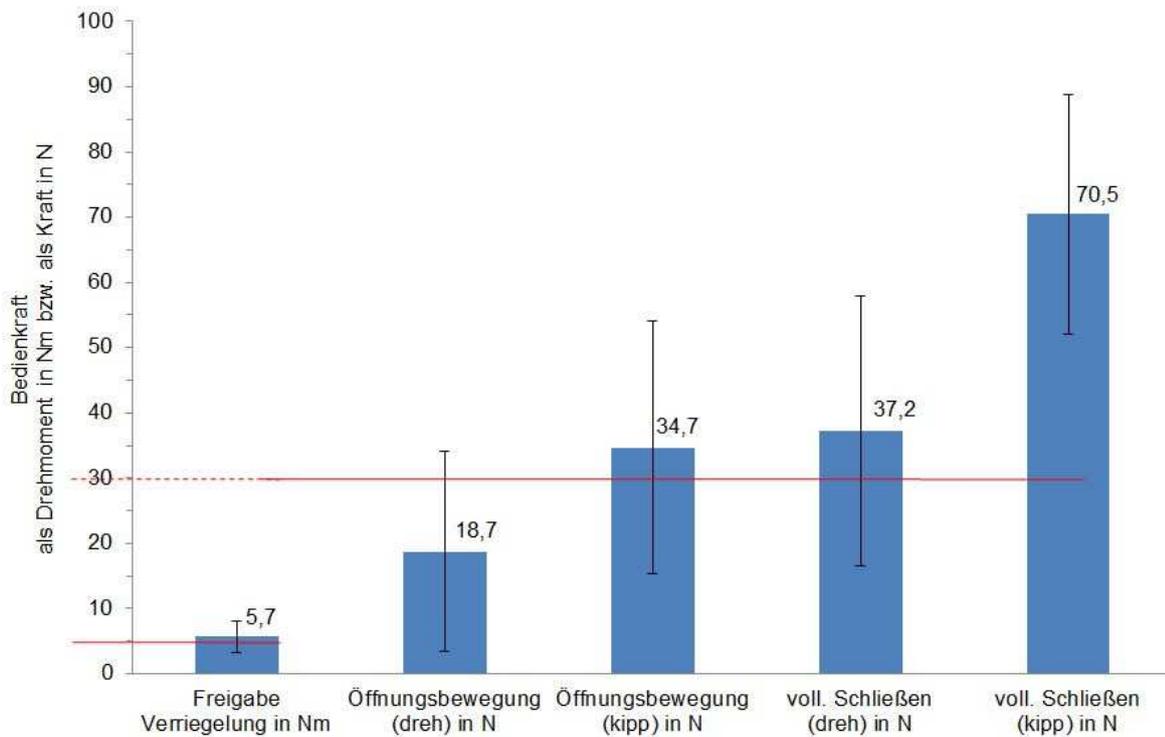


Abbildung 12 Darstellung der Mittelwerte sowie der zugehörigen Standardabweichung von Bedienkräften von Fenstern basierend auf vorhandenen Daten des ift Rosenheim. Gekennzeichnet sind die Anforderungen an die Barrierefreiheit für handbetätigte Beschläge mit max. 5 Nm am Griff für die Freigabe/ Verriegelung und mit max. 30 N für die linearen Öffnungsbewegungen am Flügel.

Mit 5,7 Nm überschreitet der Mittelwert der Bedienkraft für die Freigabe/ Verriegelung am Griff leicht die Vorgaben der DIN 18040-2. Dennoch lagen 47 % der Messwerte innerhalb der Anforderung. Der Mittelwert der Bedienkraft für das Drehöffnen unterschreitet mit 18,7 N deutlich die Anforderung von max. 30 N. Bei dieser Bedienart konnten 85 % der Messwerte die Anforderung einhalten.

Eine knappe Überschreitung der Vorgaben zeigen die Mittelwerte der Messergebnisse für das Kippöffnen und Drehschließen. Mit 52 % (Kippöffnen) und 45 % (Drehschließen) lagen jedoch auch hier etwa die Hälfte der Messwerte unter 30 N.

Eine deutliche Überschreitung der Anforderung zeigt sich für die Bedienart Kippschließen. Bei einer Anforderung von max. 30 N liegt hier der Mittelwert der gemessenen Bedienkräfte bei 70,5 N. Von allen Messwerten konnte hier nur einer die Anforderung mit etwa 27,7 N knapp einhalten. Hinsichtlich barrierefreier Bedienkräfte zeigt sich das Kippschließen somit als besonders kritisch.

Die Veränderung der Bedienkräfte von Fenstern ist als Differenz der Messwerte vor und nach der Dauerfunktionsprüfung in Abbildung 13 bis Abbildung 15 aufgetragen. Dieser Ver-

gleich gibt einen Eindruck, wie sich Bedienkräfte während einer Dauerfunktionsprüfung und damit ähnlich auch im Lebenszyklus eines Bauelementes verändern können.

Entsprechend der Norm zur Prüfung der Dauerfunktion EN 1191 kann während der Dauerfunktionsprüfung nach jeweils 2500 Zyklen bzw. bei 25 % der festgelegten Zyklenzahl eine Schmierung und Einstellung der Beschläge nach den Wartungsvorschriften des Herstellers durchgeführt werden. Im Rahmen der hier vorgestellten Auswertung war keine differenzierte Analyse möglich, bei der eine solche „Instandhaltung“ bewertet wurde. D.h. es wurde nicht explizit berücksichtigt, ob und wann bei den Probekörpern eine „Wartung“ durchgeführt wurde.

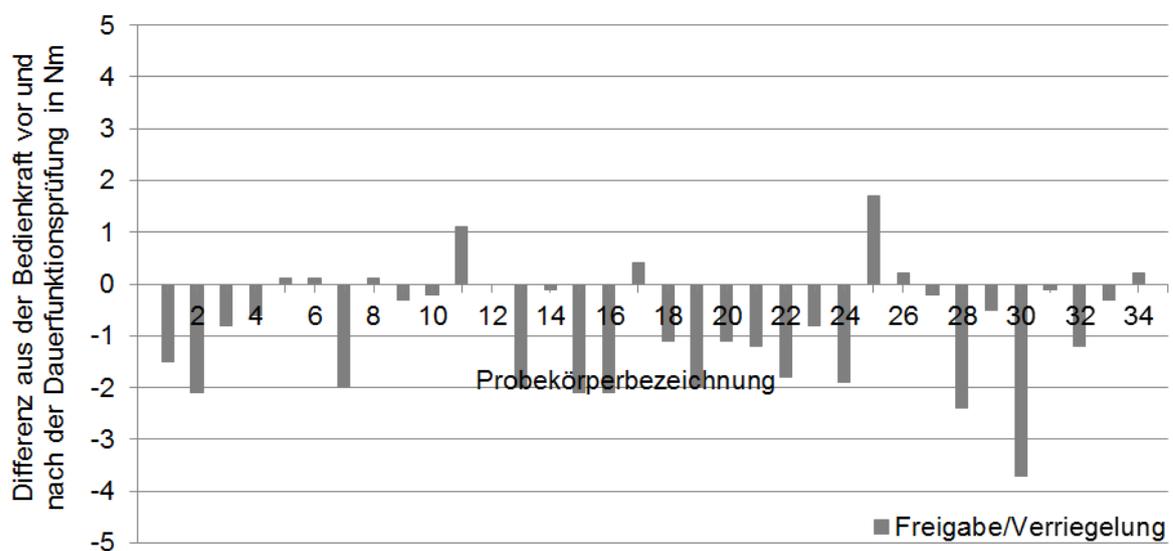


Abbildung 13 Freigabe/ Verriegelung - Auswertung der Bedienkräfte von Fenstern vor und nach der Dauerfunktionsprüfung basierend auf Daten des ift Rosenheim

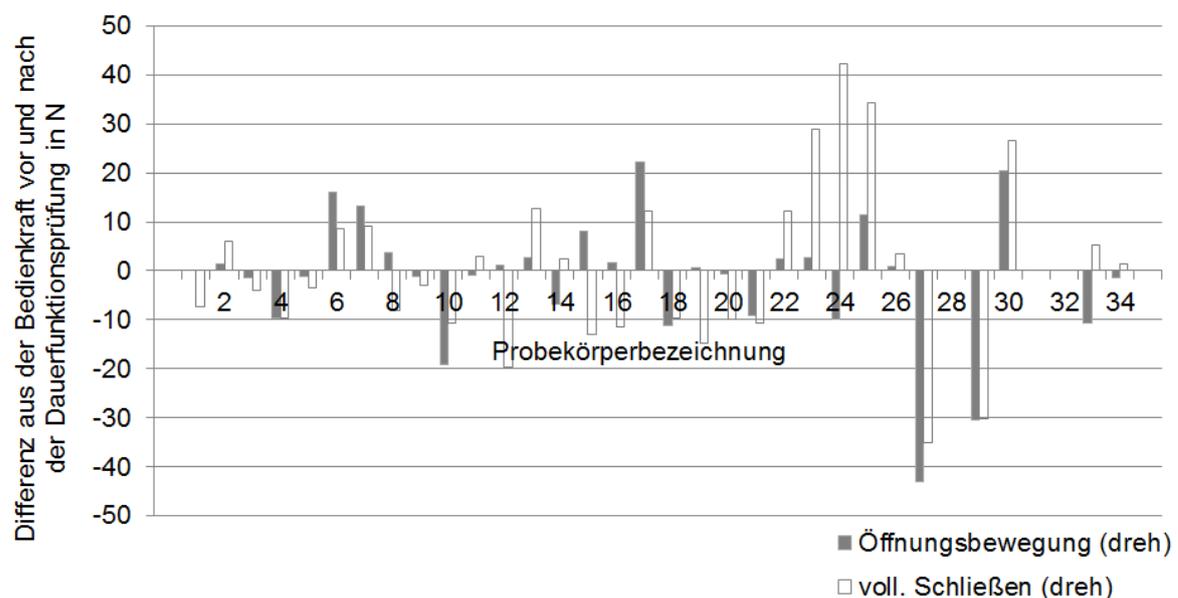


Abbildung 14 Drehöffnen/- schließen - Auswertung der Bedienkräfte von Fenstern vor und nach der Dauerfunktionsprüfung basierend auf Daten des ift Rosenheim

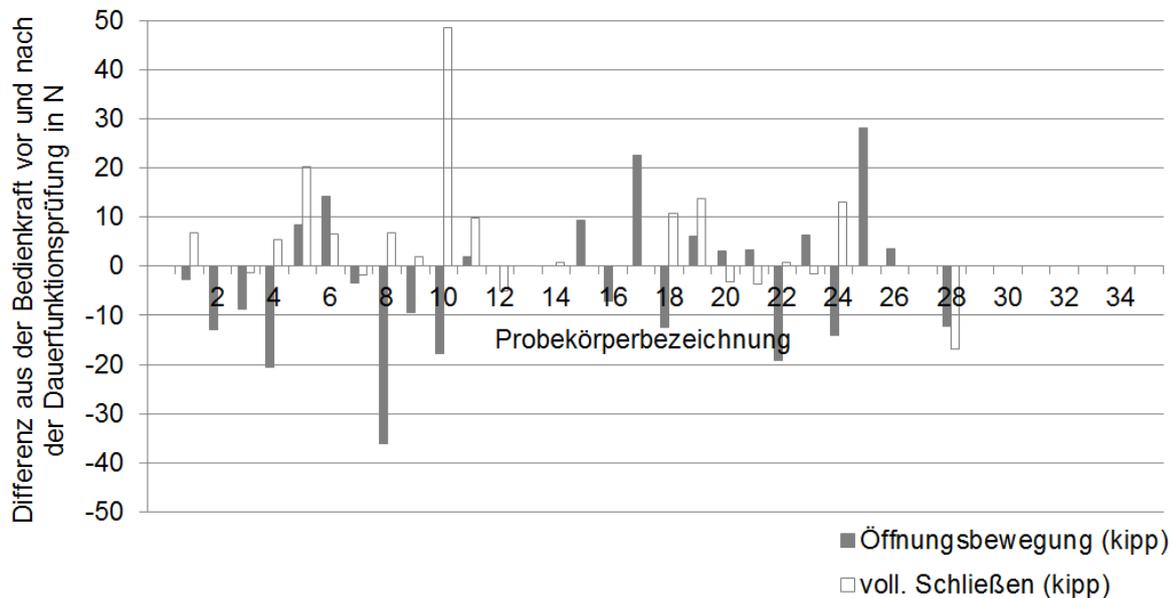


Abbildung 15 Kippöffnen/- schließen - Auswertung der Bedienkräfte von Fenstern vor und nach der Dauerfunktionsprüfung basierend auf Daten des ift Rosenheim

Die Differenz der Bedienkräfte für die Freigabe/ Verriegelung (Abbildung 13) zeigt, dass die Dauerfunktionsprüfung bei einem Großteil der Probekörper zu steigenden Bedienkräften führt.

Beim Drehöffnen und Drehschließen zeigt Abbildung 14 über die Dauerfunktion etwa bei der Hälfte der Elemente ansteigende und bei der anderen Hälfte absteigende Bedienkräfte. Bei zwei Elementen sind die Bedienkräfte für das Drehöffnen und -schließen mit 30 N oder darüber stark angestiegen. Ein Absinken der Bedienkräfte um mehr als 30 N ist ebenfalls nur bei zwei Elementen und hier nur beim Drehschließen zu beobachten. Überwiegend liegen die Unterschiede vor/ nach der Dauerfunktion im Bereich bis ± 10 N.

Beim Kippöffnen (Abbildung 15) wurden nach der Dauerfunktionsprüfung bei etwas mehr Elementen ansteigende Bedienkräfte gemessen, als verringerte. Ein Anstieg der Bedienkräfte um mehr als 30 N kommt nur bei einem Element vor. Bei etwa der Hälfte der Elemente betrug die Differenz hier bis 10 N. An zwei Dritteln der Elemente sind beim Kipp-schließen nach der Dauerfunktion sinkende Bedienkräfte zu erkennen. Bei einem Element fallen die Bedienkräfte um fast 50 N ab. Meist bewegte sich die Differenz der Bedienkräfte ebenfalls im Bereich bis zu 10 N.

Die durchgeführte Analyse zeigt, dass sich keine eindeutige Aussage zur Veränderung der Bedienkräfte über den Lebenszyklus treffen lässt. Während der Lebensdauer eines offenen Elementes, z. B. mit Dreh-Kipp-Beschlag, sind grundsätzlich verschiedene Szenarien möglich:



- Beschlagsteile könnten sich „abnutzen“, wodurch die Bedienkräfte sinken könnten
- nicht geschmierte bewegliche Beschlagsteile könnten zu steigenden Bedienkräften führen
- der Flügel könnte sich absenken, wodurch die Bedienkräfte beim Drehöffnen/-schließen steigen könnten
- Änderungen im Verhalten der Dichtprofile könnten sowohl zu höheren, als auch zu niedrigeren Bedienkräften insbesondere beim Schließen des Flügels führen

Zur dauerhaften Aufrechterhaltung niedriger Bedienkräfte ist daher eine regelmäßige Inspektion, Pflege und Wartung unerlässlich.

4.3 Detaillierte Messung von Bedienkräften an Fenstern

4.3.1 Wechselwirkung der Bedienkraft mit Schlagregendichtheit sowie Luftdurchlässigkeit

4.3.1.1 Motivation und Ziel

Wie in 2.9 bereits dargestellt, ist zu erwarten, dass ein höherer Anpressdruck der Dichtungen zu einer höheren Luftdichtigkeit sowie Schlagregendichtheit führt. Ebenso ist zu erwarten, dass hierdurch höhere Bedienkräfte verursacht werden. Es ist jedoch unklar, in welcher Größenordnung ein Zusammenhang zwischen der Bedienkraft und den beiden Leistungseigenschaften Luftdurchlässigkeit und Schlagregendicht besteht.

Mit den vorgenommenen Untersuchungen sollte daher festgestellt werden, ob und wie sich mit den Bedienkräften, auch die Leistungseigenschaften Schlagregendichtheit und Luftdurchlässigkeit bei Fenstern verändern.

4.3.1.2 Probekörperbeschreibung

Die Untersuchungen wurden an insgesamt vier PVC Fenstern der Abmessung von 1,23 m x 1,48 m durchgeführt. Von den vier Fenstern sind zwei Fenster aus „normalen“ weißen PVC Profilen hergestellt, die beiden anderen Fenster weisen außen und innen eine zusätzliche Oberflächenfolierung auf. Des Weiteren unterscheiden sich die Fenster im Material der Dichtprofile. Eine detaillierte Probekörperbeschreibung zeigt Tabelle 26.

Tabelle 26 Probekörperbeschreibung der vier untersuchten Fenster

	Probekörper - Einflügelige Drehkipfenster			
	Fenster 1	Fenster 2	Fenster 3	Fenster 4
Material	Kunststoff - PVC-U / weiß, innen und außen foliert anthrazit		Kunststoff - PVC-U / weiß	
Öffnungsart	Drehkipp-Beschlag mit Öffnungsrichtung DIN rechts			
Blendrahmen				
Außenmaß	1230 mm x 1480 mm			
Aussteifung	Material: Stahl - verzinkter Stahl			
Flügelrahmen				
Außenmaß	1150 mm x 1400 mm			
Gewicht	88 kg			
Aussteifung	Material: Stahl - verzinkter Stahl			
Falzausbildung				
Falzentwässerung	im Falz 2 Schlitz 5 mm x 28 mm, nach außen 2 Schlitz 5 mm x 28 mm ohne Abdeckkappen			
Druckausgleich	äußere Anschlagdichtung oben mittig 100 mm ausgenommen			
Anschlagdichtung außen				
Material	PVC-P schwarz	EPDM schwarz	PVC-P grau	EPDM grau
Eckausbildung	mit Blendrahmen auf Gehung verschweißt	auf Gehung gestoßen und geklebt	mit Blendrahmen auf Gehung verschweißt	auf Gehung gestoßen und geklebt
Anschlagdichtung innen				
Material	PVC-P schwarz	EPDM schwarz	PVC-P grau	EPDM grau
Eckausbildung	mit Flügelrahmen auf Gehung verschweißt	umlaufend, am Flügelrahmen oben mittig stumpf gestoßen und verklebt	mit Flügelrahmen auf Gehung verschweißt	umlaufend, am Flügelrahmen oben mittig stumpf gestoßen und verklebt
MIG 3-fach				
Gesamtdicke	36 mm			
Aufbau	4/12/4/12/4			
Einbau der Füllung				
	Dampfdruckausgleich: oben und unten zwei Schlitz 5 mm x 30 mm			
Verglasungsdichtung außen				
Material	PVC-P schwarz	EPDM schwarz	PVC-P grau	EPDM grau
Eckausbildung	auf Gehung geschnitten und verschweißt	auf Gehung geschnitten und geklebt	auf Gehung geschnitten und verschweißt	auf Gehung geschnitten und geklebt
Verglasungsdichtung innen				
Material	PVC-P schwarz	EPDM schwarz	PVC-P grau	EPDM grau
Eckausbildung	mit Glashalteleiste auf Gehung gestoßen			
Glashalteleiste				
Verbindung	auf Gehung gestoßen			
Befestigung	geklemmt			
Drehkippbeschlag				
Bänder/Lager	1 Ecklager, 1 Scherenlager			
Verriegelungen	unten 2, oben 2, bandseitig 3, schließseitig 2 Verriegelungsabstand max. 680 mm			



4.3.1.3 Untersuchungsmethodik

An den vier Fenstern wurde die Luftdurchlässigkeit nach EN 1026 gemessen sowie nach EN 12207 klassifiziert. Ebenso die Schlagregendichtheit nach EN 1027 ermittelt sowie nach EN 12208 klassifiziert.

Um den Anpressdruck und somit die Luftdurchlässigkeit, die Schlagregendichtheit sowie die Bedienkräfte gezielt zu variieren, wurden unterschiedliche Schließstücke in den Fenstern eingesetzt.

Hierfür wurden zum einen Schließstücke mit einer Standardeinstellung verwendet. Nach Messung der Leistungseigenschaften des Fensters wurden die Schließstücke ausgetauscht. Für die Prüfrunde zwei wurden Schließstücke eingebaut, mit denen ein reduzierter Anpressdruck erreicht wird (-0,5 mm). Nach erfolgter Messung der Schlagregendichtheit, Luftdurchlässigkeit sowie der Bedienkraft wurden die Schließstücke nochmals gewechselt um den Schließdruck nochmals zu reduzieren. Auch mit dem nochmals reduzierten Schließdruck wurden die Schlagregendichtheit, Luftdurchlässigkeit sowie die Bedienkräfte ermittelt.

Zur Ermittlung der Schlagregendichtheit sowie Luftdurchlässigkeit waren die Elemente auf einem Prüfstand aufgespannt. Durch das sich zwischen dem Fenster und dem Prüfstand ergebende Luftpolster war es nicht möglich, die Bedienkräfte für Öffnen und Schließen unverfälscht zu messen. Daher konnte hier im weiteren Verlauf jeweils nur die Kräfte für die Griffbetätigung gemessen werden.

In Abhängigkeit des Profiltyps (Standardrahmenprofil, foliertes Rahmenprofil) wurden folgende Schließstücke eingesetzt.

- Probekörper mit weißen Rahmenprofilen
 - Zyklus 1: Standardeinstellung 0 mm
 - Zyklus 2: reduzierte Einstellung -0,5 mm
 - Zyklus 3: weiter reduzierte Einstellung -1,0 mm
- Probekörper mit folierten Rahmenprofilen
 - Zyklus 1: Standardeinstellung 0 mm
 - Zyklus 2: reduzierte Einstellung -0,5 mm
 - Zyklus 3: weiter reduzierte Einstellung – 0,8 mm

Die gewählten Schließstückkombinationen sind in Abbildung 16 und Abbildung 17 dargestellt. Größere negative Abweichungen des Schließstückmaßes bedeuten für das Fenster eine Reduzierung des Anpressdrucks.

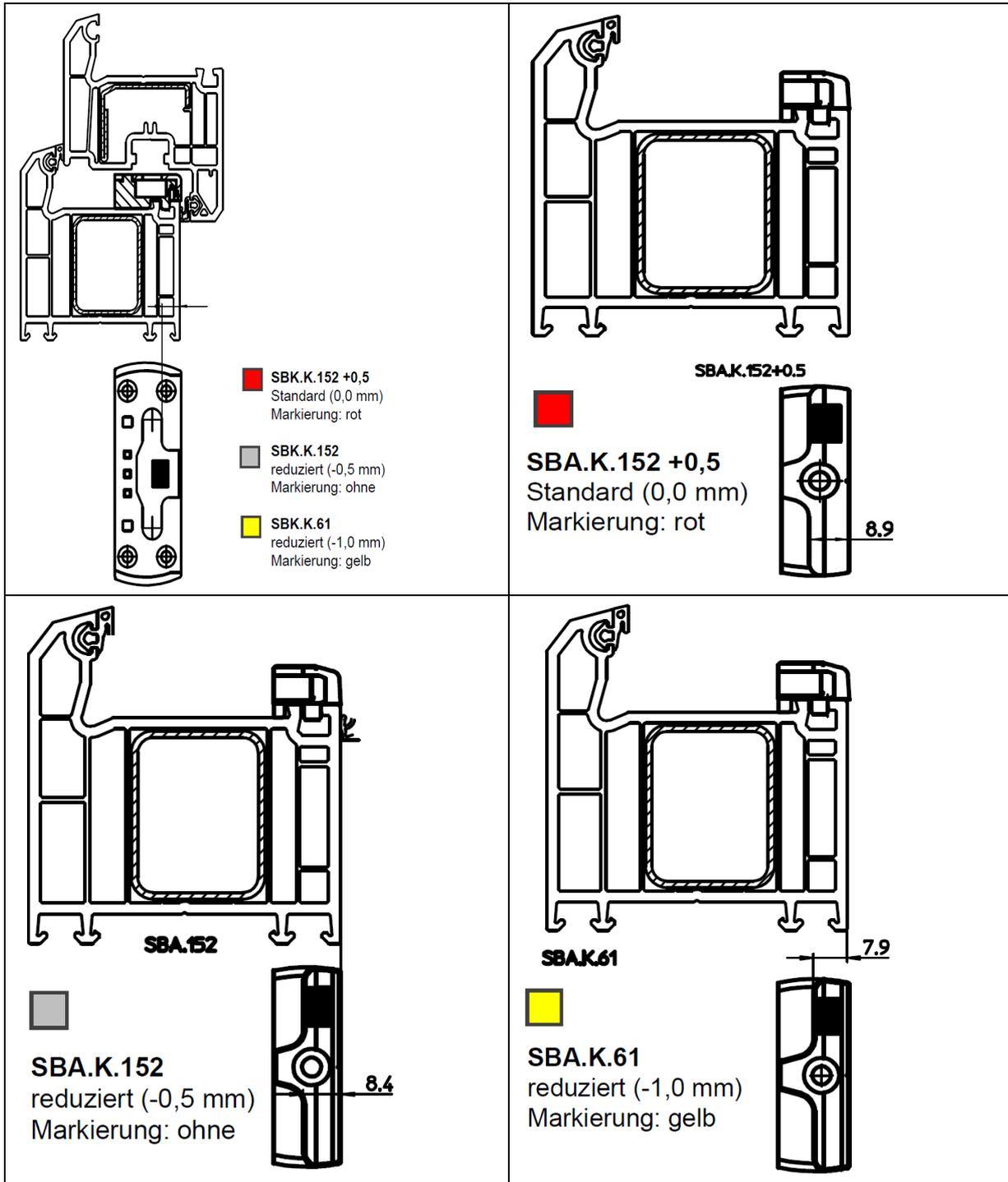


Abbildung 16 Verwendete Schließstücke mit den weißen Profilen

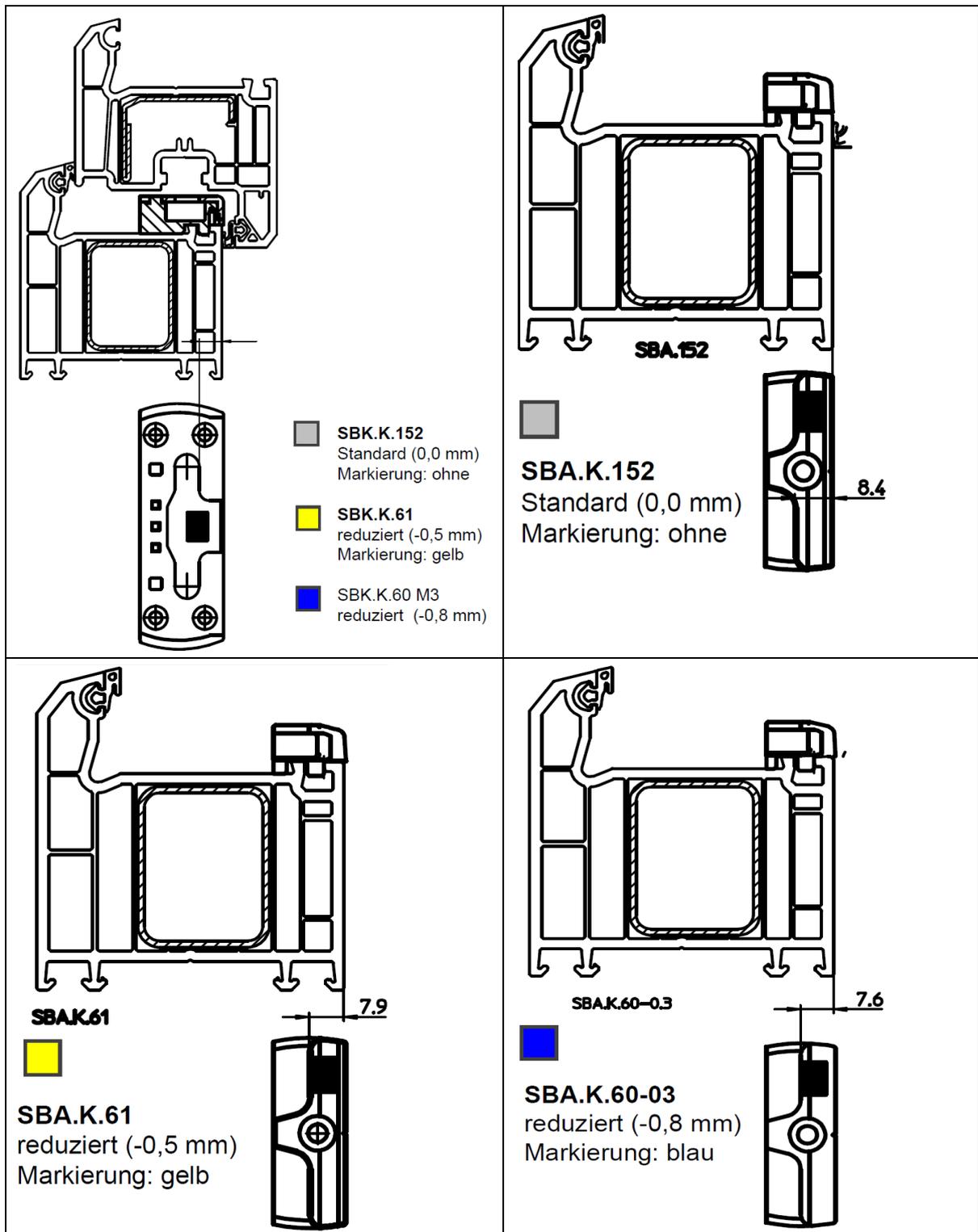


Abbildung 17 Verwendete Schließstücke mit den folierten Profilen

Neben der Variation der Schließstücke wurde bei den Fenstern 2 und 3 auch die Stellung des Schließzapfens verändert, um einen ausreichend großen Messbereich sicherstellen zu

können. So wurden in der Standardeinstellung die Zapfen noch auf maximalen „Anpressdruck“ eingestellt. Hierdurch ergab sich ein zusätzlicher Offset von +0,8 mm.

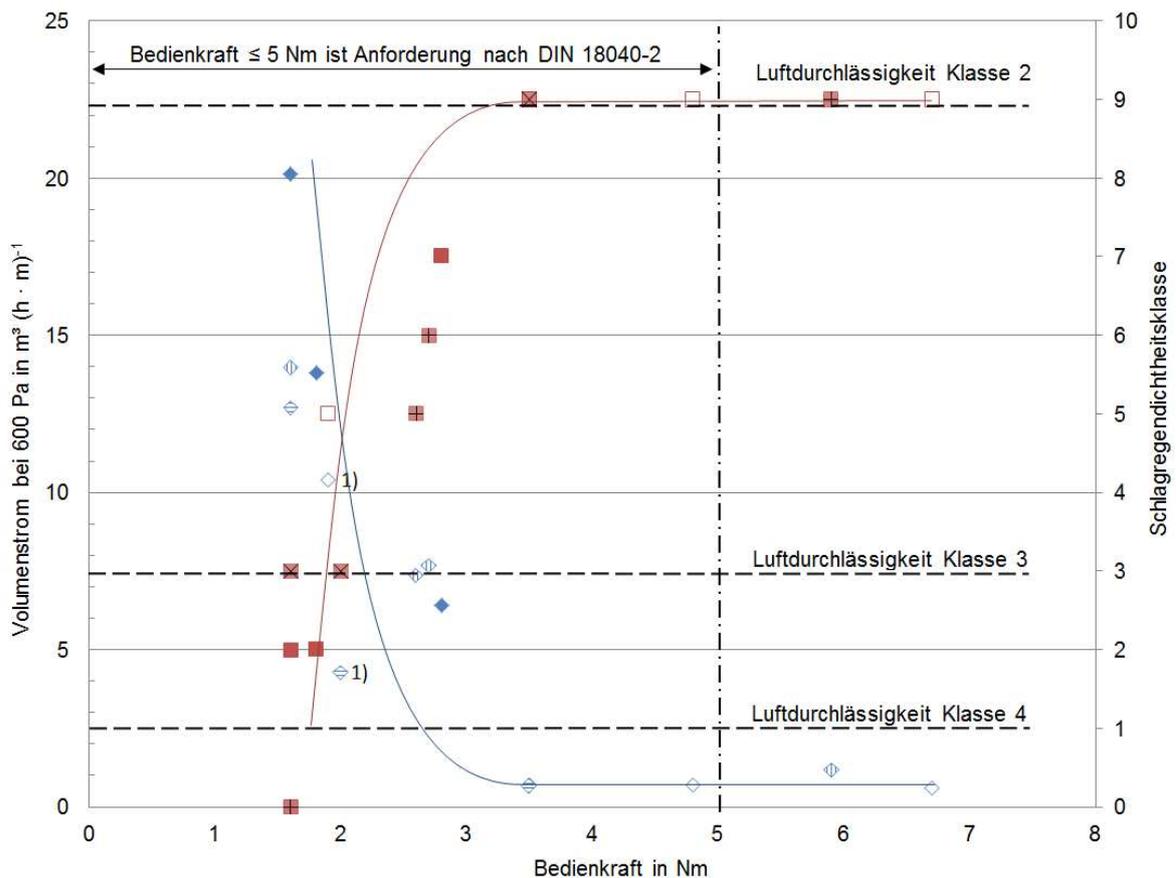
4.3.1.4 Ergebnisse

In Tabelle 27 sind alle Detailergebnisse der Messungen dargestellt.

Tabelle 27 Messergebnisse

Probe-Körper (Fenster)		Bedienkräfte					Luft-durch-lässigkeit	Schlag-regen-dichtheit
		Freigabe/ Verriegelung	Öffnungs- bewegung Drehen	Öffnungs- bewegung Kippen	Vollständiges Schließen Drehen	Vollständiges Schließen Kippen		
1	Standard	2,8 Nm Kl. 2	21,8 N Kl. 2	20,4 N Kl. 2	26,8 N Kl. 2	51,2 N Kl. 1	Kl. 3	300 Pa, Kl. 7A
	- 0,5 mm	1,8 Nm Kl. 2	Nicht messbar aufgrund der Einbausituation am Prüfstand				Kl. 2	50 Pa, Kl. 2A
	- 0,8 mm	1,6 Nm Kl. 2					Kl. 2	50 Pa, Kl. 2A
2	Standard	3,5 Nm Kl. 2	14,4 N Kl. 2	19,6 N Kl. 2	12,4 N Kl. 2	55,2 N Kl. 1	Kl. 4	600 Pa, Kl. 9A
	+ 0,8 mm	6,7 Nm Kl. 1	Nicht messbar aufgrund der Einbausituation am Prüfstand				Kl. 4	600 Pa, Kl. 9A
	+ 0,3 mm	4,8 Nm Kl. 2					Kl. 4	600 Pa, Kl. 9A
	+ 0,0 mm	3,5 Nm Kl. 2					Kl. 4	600 Pa, Kl. 9A
	- 0,8 mm	1,9 Nm Kl. 2					Kl. 3	200 Pa Kl. 5A
3	Standard	2,6 Nm Kl. 2	9,7 N Kl. 2	16,3 N Kl. 2	14,4 N Kl. 2	34,5 N Kl. 1	Kl. 3	200 Pa, Kl. 5A
	+ 0,8 mm	5,9 Nm Kl. 1	Nicht messbar aufgrund der Einbausituation am Prüfstand				Kl. 4	600 Pa, Kl. 9A
	+ 0,3 mm	2,7 Nm Kl. 2					Kl. 3	250 Pa, Kl. 6A
	- 0,2 mm	1,6 Nm Kl. 2					Kl. 2	Keine Klasse erreicht
4	Standard	3,5 Nm Kl. 2	5,7 N Kl. 2	13,5 N Kl. 2	8,1 N Kl. 2	34,3 N Kl. 1	Kl. 4	600 Pa, Kl. 9A
	- 0,5 mm	2,0 Nm Kl. 1	Nicht messbar aufgrund der Einbausituation am Prüfstand				Kl. 4	100 Pa, Kl. 3A
	- 1,0 mm	1,6 Nm Kl. 1					Kl. 2	100 Pa, Kl. 3A

Abbildung 18 stellt die ermittelten Ergebnisse grafisch dar. Für diese Darstellung wurden die Messergebnisse der Bedienkräfte für Freigabe/ Verriegelung (Tabelle 27) aller Varianten verwendet. Diese wurden der Größe nach aufsteigend geordnet. Anhand dieses Vorgehens kann der Zusammenhang zwischen Anpressdruck und Luftdurchlässigkeit bzw. Schlagregendichtheit deutlich erkannt werden.



1) Die Klassifizierung erfolgte hier aufgrund der flächenbezogenen Luftdurchlässigkeit.

Datenpunkte:

Rechteck = Schlagregendichtheitsklasse

- F1
- F2
- ▣ F3
- ⊠ F4

Raute = 600 Pa - Wert
längenbezogen

- ◆ F1
- ◇ F2
- ◊ F3
- ◊ F4

Abbildung 18 Darstellung der Abhängigkeit der Schlagregendichtheit sowie der Luftdurchlässigkeit von der Bedienkraft für die untersuchten Fenster. Ein sinkender Anpressdruck führt zu sinkenden Bedienkräften, dies hat jedoch eine steigende Luftdurchlässigkeit und eine sinkende Schlagregendichtheit zur Folge.

Es ist zu erkennen, dass ein sinkender Anpressdruck zu geringeren Bedienkräften führt. Dabei lässt sich beobachten, dass die Messergebnisse für die Luftdurchlässigkeit und die Schlagregendichtheit bei sinkender Bedienkraft bis auf etwa 3 Nm nahezu konstant bleiben. Sinkt die Bedienkraft und damit der Anpressdruck weiter, kommt es zu einem starken

Abfall der Schlagregendichtheit und im Gegenzug zu einem starken Anstieg der Luftdurchlässigkeit.

Des Weiteren wurde festgestellt, dass die verwendeten EPDM Dichtungen tendenziell einen größeren „Toleranzbereich“ als die anextrudierten PVC Dichtungen hatten und die Fenster daher bei geringeren Anpressdrücken etwas bessere Leistungseigenschaften aufwiesen.

4.3.2 Auswirkungen von Differenzklima auf die Bedienkräfte

4.3.2.1 Motivation und Ziel

Im vorigen Kapitel wurden die Wechselwirkungen zwischen den Bedienkräften und den Leistungseigenschaften hinsichtlich der Luftdurchlässigkeit und der Schlagregendichtheit untersucht. Ergänzend zu diesen Prüfungen sollte untersucht werden, wie sich die Bedienkräfte eines Fensters aufgrund von Lasten aus Differenzklima verändern. Solche Differenzklima treten über den Jahreszyklus am Fenster auf, da davon ausgegangen werden kann, dass die Temperatur auf der Innenseite des Fensters (Raumtemperatur) nahezu konstant ist. Durch niedrige Außentemperaturen wie im Winter und durch hohe Außentemperaturen und solare Einstrahlung, wie im Sommer, ergibt sich über den Querschnitt ein Temperaturgradient.

4.3.2.2 Untersuchungsmethodik

Für die Untersuchungen zur Differenz-Klimabelastung wird der Prüfablauf der ift-Richtlinie FE-13/1 „Eignung von Kunststofffensterprofilen – Prüfung und Klassifizierung“ [37] herangezogen. Die Klimabedingungen, die in dieser Richtlinie vorgegeben werden, zeigt Tabelle 29.

Tabelle 28 Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die Bedienkräfte. Vorgabe zur Klimabelastung aus FE-13/1 [37]

Leistungseigenschaft	Prüfinhalt	Prüfgrundlage
Verformungsprüfung unter Differenzklima	Prüfverfahren 3A (-10°C/24 h) Prüfverfahren 3D (+70°C/24 h))	EN 13420
Verformungsprüfung Unter Klima-Wechselast	Klimawechsellast -10°C/ +60°C; 12 h Zyklus; 10 Zyklen	ift-Richtlinie VE-08/1

Tabelle 29 Definition der Differenzklimata 3A und 3D nach EN 13420 [38]

Prüfklima	Geforderte Klimaten			
	Seite 1		Seite 2	
	Lufttemperatur (Θ_1) °C	Relative Feuchte (φ_1) %	Lufttemperatur (Θ_2) °C	Relative Feuchte (φ_2) %
3A	23 ± 3	50 ± 5	-10 ± 3	-
3D	23 ± 3	50 ± 5	70 ± 3	-

Die Bedienkräfte werden bei diesen Untersuchungen jeweils im konditionierten Zustand vor der Klimabelastung, zum Ende der Belastung und nach erneuter Konditionierung gemessen (entspricht der Messung vor der nächsten Belastung).

Es ist hierbei nur möglich die Kräfte am Griff aufzunehmen, da durch den Einbau des Fensters in die Klima-Kammer ein Luftpolster entsteht, das die Werte für Öffnen und Schließen verfälschen würde.

4.3.2.3 Probekörperbeschreibung

Als Probekörper für diesen Versuch konnten ausgewählte Probekörper aus den Untersuchungen, die im vorigen Kapitel dargestellt sind, verwendet werden. Ausgewählt wurden zwei Varianten, die geringe Bedienkräfte am besten mit hohen Leistungseigenschaften im Bereich Luftdurchlässigkeit und Schlagregendichtheit vereinen konnten.

Von den in Tabelle 26 dargestellten Probekörpern und den in Abbildung 16 und Abbildung 17 dargestellten Schließstücken wurden folgende Kombinationen ausgewählt:

- Fenster 2 in der Konfiguration Zapfen auf engster Stellung und Schließstücke reduziert -0,8 (blau markiert)
- Fenster 4 in der Konfiguration Zapfen in neutraler Stellung und Schließstücke Standard (rot markiert)

4.3.2.4 Ergebnisse

Die Messergebnisse zeigt Tabelle 30. Aus jeweils drei Einzelmessungen der Kraft zum Freigeben und Verriegeln der Beschläge wurde der Mittelwert gebildet.

Es ist zu erkennen, dass die Bedienkräfte durch die Klimabelastungen variieren. Für das Fenster 2 wurde eine Maximalkraft von 3 Nm ermittelt, die niedrigste gemessene Kraft betrug 2,2 Nm. Hierdurch ergibt sich eine Toleranzbreite von ca. 0,4 Nm. Beim Fenster 4 beträgt die gemessene minimalste Kraft 3,7 Nm, die Maximalkraft wurde zu 4,6 Nm ermittelt. Auch hier ergibt sich also eine Toleranzbreite von ca. 0,4 Nm.

Auch wenn geringe Veränderungen der Bedienkraft festgestellt werden konnten, so hat sich an den untersuchten Fenstern gezeigt, dass durch die aufgeprägten Klimalasten keine signifikanten Änderungen der Bedienkräfte auftraten.

Tabelle 30 Messergebnisse Einfluss Differenzklima und Wechselklima auf Bedienkräfte

Prüfzeitpunkt	Messwerte in Nm			Mittelwert in Nm
	1	2	3	
Bedienkräfte bei Klimabelastung 3A (-10°C) Fenster 2				
Vor Belastung	2,7	2,8	2,9	2,8
Am Ende der Belastung	2,9	3,0	3,3	3,0
Nach Konditionierung	2,6	2,7	3,0	2,7
Bedienkräfte bei Klimabelastung 3D (+70°C) Fenster 2				
Vor Belastung	2,6	2,7	3,0	2,7
Am Ende der Belastung	2,0	2,6	2,2	2,2
Nach Konditionierung	2,8	3,1	3,0	3,0
Bedienkräfte bei Klimawechsellast (-10°C/+60°) Fenster 2				
Vor Belastung	2,8	3,1	3,0	3,0
Nach Belastung	2,7	2,8	2,9	2,8
Bedienkräfte während der Klimabelastung 3A (-10°C) Fenster 4				
Vor Belastung	3,9	4,1	4,1	4,0
Am Ende der Belastung	4,2	4,4	4,2	4,3
Nach Konditionierung	4,9	4,5	4,2	4,5
Bedienkräfte während der Klimabelastung 3D (+70°C) Fenster 4				
Vor Belastung	4,9	4,5	4,2	4,5
Am Ende der Belastung	4,3	4,7	4,2	4,4
Nach Konditionierung	4,4	4,5	4,8	4,6
Bedienkräfte während Klimawechsellast (-10°C/+60°) Fenster 4				
Vor Belastung	4,4	4,5	4,8	4,6
Nach Belastung	3,6	3,7	4,0	3,7



4.3.4 Bedienkräfte von Elementen mit Zusatzbeschlägen

4.3.4.1 Motivation und Ziel

Nach DIN 18040-2 sind Fenster leicht zu öffnen und zu schließen, wenn

„ - der manuelle Kraftaufwand (Bedienkraft) zum Öffnen und Schließen von Fenstern höchstens 30 N, das maximale Moment 5 Nm beträgt (Klasse 2 nach DIN EN 13115);“ [12]

Während diese Anforderungen für die Betätigung des Griffs und das Drehöffnen von Fenstern häufig gut eingehalten werden können, bereitet besonders das Kippschließen größerer Elemente in der Regel Schwierigkeiten. Durch eine Reduktion der Griffhöhe z. B. um Rollstuhlfahrern entgegen zu kommen, wird das Kippschließen weiter erschwert. In der Regel wird die Kippstellung bei Fenstern dazu verwendet um eine „Lüftungsstellung“ herzustellen.

Es sind Fenster erhältlich, die alternative Öffnungsmöglichkeiten zum Erreichen einer Lüftungsstellung aufweisen oder gerade das Kippschließen bzw. auch das Kippöffnen durch Zusatzbeschläge erleichtern sollen. Inwiefern durch solche Elemente die Kräfte reduziert werden können und ob hierdurch die Anforderungen an die Bedienkraft nach DIN 18040-2 einhalten werden können, sollten die folgenden Untersuchungen zeigen.

4.3.4.2 Untersuchungsmethodik

An Probekörpern unterschiedlicher Projektpartner wurden Bedienkraftmessungen entsprechend EN 12046 durchgeführt:

- Messung des Drehmoments, der zum Drehen des Griffs aufgebracht werden musste. Dabei wurden beide Richtungen, Öffnen und Schließen, beachtet.
- Messung der Bedienkraft zur linearen Flügelbewegung.
 - Drehöffnen/ Drehschließen. Hier wurde die Kraft gemessen, die zum Drehöffnen und zum Drehschließen des Flügels aufgebracht werden muss. Dabei wurde beim Öffnen die Einleitung der Öffnungsbewegung betrachtet. Der Flügel wurde aus dem Blendrahmen herausgezogen und wenige Zentimeter drehgeöffnet. Beim Drehschließen wurde die Bewegung umgekehrt durchgeführt.
 - Kippöffnen/ Kippschließen. Hier wurde die Kraft gemessen, die zum Kippöffnen und zum Kippschließen des Flügels aufgebracht werden musste. Beim Kippöffnen wurde der Flügel aus dem Blendrahmen herausgezogen und die hierfür nötige Kraft bis zur vollständigen Flügelöffnung gemessen. Beim Kippschließen wurde die für die Schließbewegung notwendige Kraft gemessen. Gemessen wurde von der vollständigen Flügelöffnung bis der Flügel vollständig geschlossen war.

Jede Messung wurde fünfmal wiederholt, aus den Einzelmesswerten wurde das arithmetische Mittel gebildet. Außerdem wurde die Standardabweichung ermittelt.

4.3.4.3 Probekörperbeschreibung

Die für die Messungen verwendeten Probekörper sind in Tabelle 31 kurz beschrieben und in Abbildung 19 dargestellt.

Tabelle 31 Probekörper der Bedienkraftmessung an Elementen mit Zusatzbeschlägen

Probekörper Beschreibung		Blend- rahmen- außenmaß in mm	Flügel- Rahmen- außenmaß in mm
Einflügeliges Drehfenster mit Lüftungsfangschere			
Anstelle einer Kippöffnung gibt es eine seitliche Lüftungsstellung, die durch eine Öffnungsbegrenzung der Drehöffnung erreicht wird. Außerdem ist die vollständige Drehöffnung möglich. Griff am unteren Flügelrahmenprofil. 3-fach MIG (4/12/4/12/4) mit ca. 40 kg Verglasungsgewicht.		1230x1480	1155x1405
Einflügeliges (Dreh-)Kipfenster mit Zwangssteuerung			
Allein durch die Griffdrehung wird das Fenster in die Kippgeöffnete Stellung gebracht. Die drehgeöffnete Stellung ist durch ein Öffnen der Drehöffnungssperre prinzipiell möglich. Griff am unteren Flügelrahmenprofil. 3-fach MIG (4/12/4/12/4) mit ca. 39 kg Verglasungsgewicht		1230x1480	1150x1405
Einflügelige Drehkipp-Fenstertür mit Zusatzbeschlag zum Kippschließen			
Der Zusatzbeschlag (Komfortschere) soll das Kippschließen erleichtern. Achismaß des Griffs auf 850 mm. Zwei verschiedene Verglasungen. Flügelgewicht inkl. Verglasung (3-fach MIG, 4/12/4/12/4) bei Variante A ca. 73 kg, bei Variante B (3-fach MIG, 4/12/4/12/4) ca. 102 kg. Schwelle: Magnetdoppeldichtung		1055x2123	975x2075
Einflügelige Drehkipp-Fenstertür mit Zusatzbeschlägen zum Kippöffnen/ -schließen			
Am Element konnten zwei Zusatzbeschläge angebracht werden. Der Seilauswerfer um das Kippöffnen zu erleichtern und die Federeinheit um das Kippschließen zu erleichtern. Achismaß des Griffs auf 850 mm. Gewicht der 3-fach MIG (4/12/4/12/4) etwa 48,4 kg. Schwellenprofil des Herstellers.		1018x2109	1290x1505

	
<p>Einflügeliges Drehfenster mit Lüftungsfangschere</p>	<p>Einflügeliges (Dreh-)Kippfenster mit Zwangssteuerung</p>
	
<p>Einflügelige Drehkipp-Fenstertür mit Zusatzbeschlag zum Kippschließen</p>	<p>Einflügelige Drehkipp-Fenstertür mit Zusatzbeschlägen zum Kippöffnen/ -schließen</p>

Abbildung 19 Probekörper zur Bedienkraftmessung an Elementen mit Zusatzbeschlägen

4.3.4.4 Ergebnisse

Im nachfolgenden werden die Ergebnisse der vier untersuchten Fenster dargestellt. Zum Verständnis der Griffstellung wird auf Abbildung 20 verwiesen.

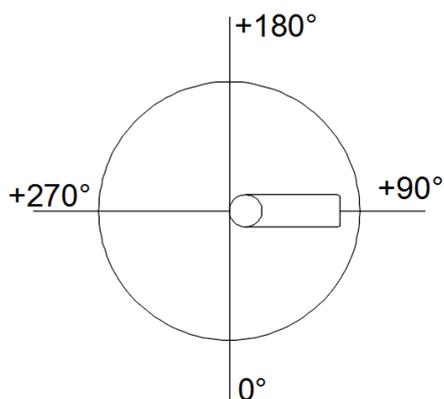


Abbildung 20 Nomenklatur für die Griffstellung

- **Fenster mit Lüftungsfangschere**

Im Versuch wurden bei dem Fenster mit Lüftungsfangschere ausschließlich Bedienkräfte gemessen, die innerhalb der Anforderung nach DIN 18040-2 lagen. Damit kann eine Lüftungsfangschere ein wirksames Mittel sein um eine natürliche Lüftung über die Fenster mit alternativer Kipplüftung (seitliche Lüftungsstellung), barrierefrei zu ermöglichen. Die größte gemessene Kraft betrug hier 19,1 N und war zum Überwinden der Zuschlagsicherung beim Drehschließen aus der Lüftungsfangschere nötig. Die einzelnen Messergebnisse zeigt Tabelle 32.

Tabelle 32 Einflügeliges Dreh-Kippfenster mit Lüftungsfangschere. BRAM in mm 1230 x 1480. Gemessene Bedienkräfte abhängig von der Bedienart.

Einflügeliges Fenster mit Lüftungsfangschere	Drehmomente am Griff abhängig von der Bedienart in Nm Anforderung nach DIN 18040-2: 5 Nm			
	Öffnen - Griffdrehung		Schließen - Griffdrehung	
	von 90° auf 180° in Position offen mit Lüftungsfangschere	von 180° auf 270° in Position drehoffen	von 270° auf 180° Schließen aus drehoffen	von 180° auf 90° Schließen aus kipppoffen
Mittelwert	1,8	0,9	1,4	3,1
Standardabweichung (Stw.)	0,2	0,1	0,3	0,4
Einflügeliges Fenster mit Lüftungsfangschere	Lineare Flügelbewegung - Bedienkraft abhängig von der Bedienart in N Anforderung nach DIN 18040-2: 30 N			
	Öffnen des Flügels		Schließen des Flügels	
	Ziehen bis Einrasten in Lüftungsfangschere	Ziehen zur Drehöffnung	Drücken aus der Drehöffnung	Drücken aus der Lüftungsfangschere
Mittelwert	7,0	1,1	11,6	19,1
Standardabweichung (Stw.)	0,5	0,2	2,2	1,6

- **Fenster mit Zwangssteuerung**

Im Versuch war das Kippöffnen und Kippschließen eines Fensters mit Zwangssteuerung mit Bedienkräften innerhalb der Anforderung nach DIN 18040-2:2011-09 möglich. Das Öffnen des Flügels in Kippstellung erfordert mit mittleren 4,8 Nm das höchste gemessene Drehmoment. Hier wurde die Anforderung von maximal 5 Nm bei einem Einzelmesswert überschritten. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 33. Eine Zwangssteuerung eignet sich damit prinzipiell zur barrierefreien Bedienung eines Fensters, wenn die Einschränkung auf die Öffnungsart Kipp vom Nutzer akzeptiert wird.

Tabelle 33 Einflügeliges Kippfenster mit Zwangssteuerung. BRAM in mm 1230 x 1480. Gemessene Bedienkräfte abhängig von der Bedienart.

Einflügeliges Fenster mit Zwangssteuerung	Drehmomente am Griff abhängig von der Bedienart in Nm Anforderung nach DIN 18040-2: 5 Nm			
	Öffnen - Griffdrehung		Schließen - Griffdrehung	
	von 90° auf 180° Flügel entriegelt	von 180° auf 270° Flügel öffnet in Kipp- stellung	von 270° auf 180° Flügel schließt von Kippstellung	von 180° auf 90° Flügel verriegelt
Mittelwert	1,7	4,8	3,3	2,6
Standard- abweichung (Stw.)	0,1	0,2	0,1	0,1

- **Fenstertür mit Zusatzbeschlag zum Kippschließen**

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse des Versuches zeigt Tabelle 34.

Tabelle 34 Einflügelige Dreh-/ Kippfenstertür mit/ ohne Komfortschere. BRAM in mm 1055 x 2123. Zusammenfassung der gemessenen Bedienkräfte.

Einflügelige Fenstertür	Bedienkräfte abhängig von der Bedienart Anforderung nach DIN 18040-2: 5 Nm bzw. 30 N				
	Dreh- moment in Nm	Dreh- öffnen in N	Kipp- öffnen in N	Dreh- schließen in N	Kipp- schließen in N
Ergebnisse Verglasung A (Masse 73 kg)					
Mittelwert mit KS	4,1	22,3	45,6	7,8	67,1
Standard- abweichung (Stw.)	0,1	0,8	2,5	1,1	2,7
Mittelwert ohne KS	4,2	17,0	27,9	7,5	93,8
Stw.	0,1	0,5	2,5	1,2	4,9
Ergebnisse Verglasung B (Masse 102 kg)					
Mittelwert mit KS	4,2	20,7	70,0	8,5	85,8
Stw.	0,1	1,0	4,8	0,5	4,9
Mittelwert ohne KS	4,4	18,8	50,1	5,8	119,9
Stw.	0,2	0,8	1,9	1,5	3,7

Für die Drehmomente am Griff sind nach DIN 18040-2 maximal 5 Nm zulässig. Alle gemessenen Varianten mit Komfortschere können diese Anforderung erfüllen. Die Komfortschere sowie die Masse der Verglasung hat, wie zu erwarten war, keinen Einfluss auf diese Bedienkraft.

Für die lineare Flügelbetätigung (Öffnen, Schließen) sind max. 30 N zulässig. Diese Anforderung wird für das Drehöffnen und Drehschließen des Fenstertürflügels erfüllt.

Für das Drehkippen kann der geforderte Grenzwert für die untersuchten Aufbauten nicht eingehalten werden. Jedoch reduziert die Komfortschere die benötigten Kräfte zum Kippschließen um etwa 30 %. Mit der Reduktion der nötigen Kraft zum Kippschließen durch den Einsatz des Zusatzbeschlages ist gleichzeitig auch eine Erhöhung der Kraft zum Kippöffnen verbunden. Dies ist durch das „Vorspannen“ der Feder, die das Kippschließen unterstützt, bedingt.

Bei dem Probekörper wurde des Weiteren der Einfluss der verbauten Magnetdoppeldichtung auf die Bedienkraft zum Drehöffnen bzw. Drehschließen untersucht. Hierzu wurde das Drehöffnen und Drehschließen beim Element mit Verglasung B sowohl mit als auch ohne Magnetdichtung gemessen.

Wie die Ergebnisse in Tabelle 35 zeigen, hat die Magnetdichtung signifikant nur Einfluss auf das Drehöffnen. Dies ist auch zu erwarten, da beim Drehöffnen, die beiden Magnetdichtungen vom Flügel abgestreift werden müssen. Beim Drehschließen hingegen ziehen sich die Magnetdichtungen am Ende des Schließvorgangs selbständig an den Flügel an. Beim

Drehöffnen wurden mit Magnetdichtung ca. 19,8 N gemessen (Mittelwert von mit und ohne Komfortschere). Ohne Magnetdichtung betrug die notwendige Kraft zum Drehöffnen ca. 5,4 N. Dies bedeutet, dass die Magnetdichtung eine zusätzliche Kraft von ca. 15 N für das Drehöffnen verursacht.

Tabelle 35 Einfluss einer Magnetdoppeldichtung auf die Bedienkräfte. BRAM in mm 1055 x 2123.

	Drehöffnen in N		Drehschließen in N	
	Mit Komfortschere	Ohne Komfortschere	Mit Komfortschere	Ohne Komfortschere
Mittelwert ohne Magnetdichtung	5,4	5,3	7,7	9,3
Stw.	0,2	0,4	0,4	0,7
Mittelwert mit Magnetdichtung	20,7	18,8	8,5	5,8
Stw.	1,0	0,8	0,5	1,5

- **Fenster/ Fenstertür mit Zusatzbeschlägen zum Kippöffnen/ -schließen**

Die Messergebnisse der Bedienkräfte für die untersuchte Fenstertür sind in Tabelle 36 zusammengefasst.

Tabelle 36 Zusammenfassung der Ergebnisse der Bedienkraftmessungen an einer einflügeligen Fenstertür (BRAM in mm 1020 x 2110) mit Zusatzbeschlägen (Kipphilfe und Schließhilfe).

Einflügelige Fenstertür mit Zusatzbeschlägen	Bedienkräfte abhängig von der Bedienart				
	Drehmoment ¹⁾	Drehöffnen ¹⁾	Drehschließen ¹⁾	Kippöffnung	Kippschließen
	in Nm	in N			
Mittelwert mit Kipp- und Schließhilfe	2,8	23,3	28,3	22,5 ¹⁾	30,0 ¹⁾
Standardabweichung (Stw.)	0,2	1,0	1,0	3,9	3,0
Mittelwert ohne Hilfsbeschläge	nicht ermittelt	22,9	24,7	21,1	59,5
Stw.		0,8	1,3	0,8	1,5
Mittelwert mit Kipphilfe		22,9	27,6	12,7 ²⁾	31,6 ²⁾
Stw.		1,3	0,3	1,0	1,0
Mittelwert mit Schließhilfe		21,6	26,4	31,6 ³⁾	30,8 ³⁾
Stw.		0,8	1,1	6,3	1,4
¹⁾ Einstellungen: Kipphilfe (Seilauswerfer) -3, Schließhilfe (Federeinheit) -2.					
²⁾ Einstellungen: Kipphilfe (Seilauswerfer) +2					
³⁾ Einstellungen: Schließhilfe (Federeinheit) +1					

Bei der Fenstertür waren die Drehmomente am Griff sowie die benötigten Bedienkräfte für das Drehöffnen und Drehschließen des Flügels innerhalb der Anforderungen der Barrierefreiheit möglich. Es ist zu erkennen, dass weder die Kipphilfe bzw. die Schließhilfe einen signifikanten Einfluss auf die Bedienkräfte beim Drehöffnen bzw. Drehschließen haben.

Ohne Zusatzbeschläge wird bei der Fenstertür die höchste Bedienkraft immer für das Kippschließen benötigt. Die notwendige Bedienkraft liegt mit ca. 60 N deutlich über der normativen Anforderung von 30 N. Das Kippöffnen ist hingegen, innerhalb der Anforderungen möglich.

Wurde allein die Schließhilfe für das Kippschließen eingesetzt, reduzierte diese im Vergleich zum Element ohne Zusatzbeschläge die Bedienkraft für das Kippschließen um ca. 30 N. Mit den gemessenen 30,8 N war die normative Anforderung in Anbetracht der Messgenauigkeit erreicht. Jedoch erhöhte sich gleichzeitig die Bedienkraft für das Kippöffnen um ca. 10 N auf ca. 32 N.

Bei Verwendung von Kipp- und Schließhilfe gemeinsam, konnten an der Fenstertür die Bedienkräfte für das Kippöffnen und -schließen innerhalb der Anforderung realisiert werden. Die Zusatzbeschläge konnten dazu die Bedienkraft für das Kippschließen auf 30 N halbieren, während die Bedienkraft für das Kippöffnen um etwa 3 N zunahm.

Bei alleinigem Einsatz der Kipphilfe wurde erstaunlicherweise sowohl die Bedienkraft für das Kippöffnen, als auch für das Kippschließen reduziert. Bei der Fenstertür betrug die Reduktion bei Kippöffnen etwa 10 N und beim Kippschließen fast 30 N.

Es ist noch darauf hinzuweisen, dass sowohl bei der Kipphilfe, als auch der Schließhilfe unterschiedliche Federeinstellungen möglich sind (Abbildung 21). Für das Erreichen von minimalen Bedienkräften ist es daher notwendig, die Federeinstellungen je nach Elementaufbau (Masse des Flügels, Lage des Flügelschwerpunktes, Griffhöhe, etc.) zu variieren.

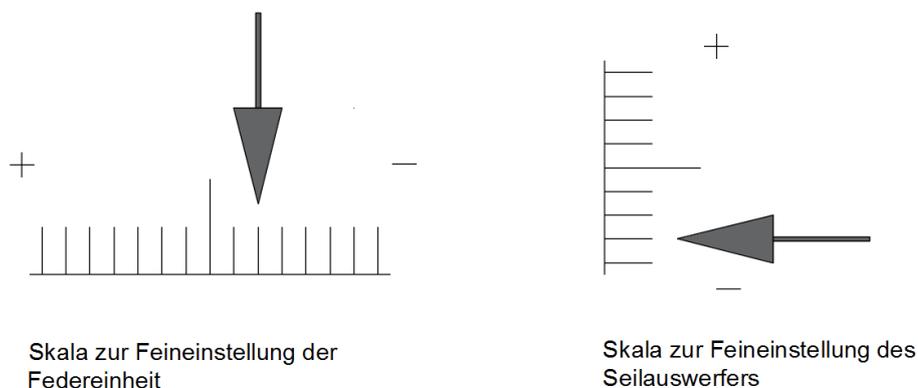


Abbildung 21 Skalen zur Feineinstellung der Federvorspannung links an der Federeinheit (Schließhilfe) und rechts am Seilauswerfer (Kipphilfe/ Öffnenhilfe). Links ist beispielhaft die Einstellung -2 und rechts die Einstellung -3 dargestellt.



4.4 Detaillierte Messung von Bedienkräften einer Außentür

4.4.1 Motivation und Ziel

In DIN 18040-2 ist die Anforderung an die Bedienkräfte von Türen wie folgt geregelt:

„Das Öffnen und Schließen von Türen muss auch mit geringem Kraftaufwand möglich sein. Das wird erreicht mit Bedienkräften und –momenten der Klasse 3 nach DIN EN 12217:2004-05 (z. B. 25 N zum Öffnen des Türblatts bei Drehtüren und Schiebetüren).“ [12]

Die Anforderungen der Klasse 3 nach EN 12217:2004-05 [39] lauten:

- Schließkraft bzw. Kraft zum Einleiten der Bewegung: max. 25 N
- Handbetätigte Beschläge: max. Moment 2,5 Nm
max. Kraft 25 N
- Fingerbetätigte Beschläge: max. Moment 1,5 Nm
max. Kraft 6 N

Allerdings sind in DIN EN 12217 nur die Bedienkräfte im Neuzustand geregelt. Fraglich ist, wie sich die Bedienkräfte im Lebenszyklus eines Türelementes verändern.

Die Barrierefreiheit ist nur eine Anforderung, die an ein Außentürelement gestellt werden kann. Es stellt sich die Frage, ob weitere, notwendige Leistungseigenschaften mit den geforderten Bedienkräften nach DIN 18040 erreichbar sind.

Um diese Fragen beantworten zu können, wurden an einem Außentürelement folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Prüfung der Luftdurchlässigkeit, der Schlagregendichtheit und des Widerstandes gegen Windlast
- Veränderung bei wechselnden Klimaeinflüssen
- Veränderungen bei Dauerfunktion

Es soll festgestellt werden, ob und wie sich die Bedienkräfte und auch die Leistungseigenschaften bei Türen im Laufe der Nutzungsdauer verändern und ob Maßnahmen nötig sind, um die Barrierefreiheit aufrecht zu erhalten.

4.4.2 Untersuchungsmethodik

Als Probekörper diente eine Außentür mit Zarge aus Holz und Holzwerkstoffen mit Bodenabsenkung sowie Fingerschutz an der Gegenschließseite (Abbildung 22). Dieser wurde zunächst so eingestellt, dass die Anforderungen der DIN 18040 an die Bedienkräfte eingehalten wurden.

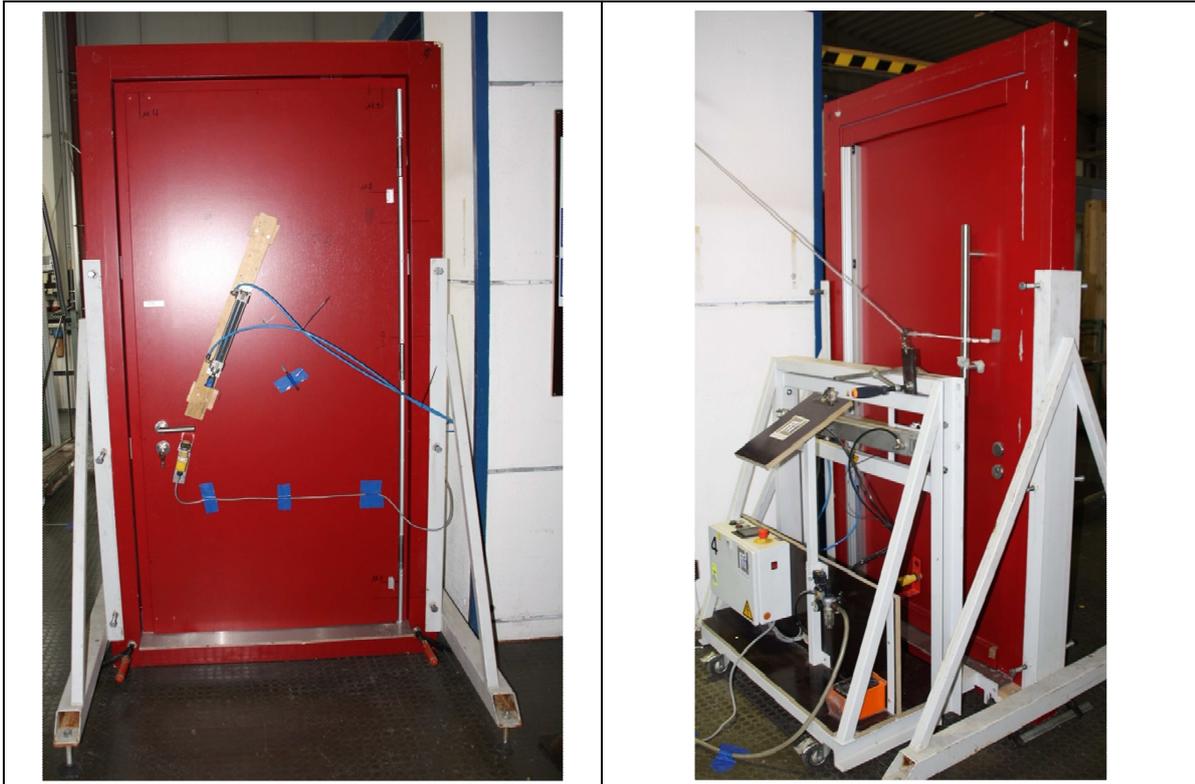


Abbildung 22 Probekörper für Untersuchungen der Bedienkräfte und weiterer Leistungseigenschaften im Lebenszyklus einer Außentür.

Anschließend wurde der Probekörper einer Prüfung der Luftdurchlässigkeit, einer Prüfung der Schlagregendichtheit und einer Prüfung des Widerstandes gegen Windlast nach EN 1026, EN 1027 und EN 12211 unterzogen.

Bevor der Probekörper einer wechselnden Klimabelastung nach EN 1121 ausgesetzt wurde, wurden erneut die Bedienkräfte gemessen. Im Anschluss wurde der Probekörper einer Dauerfunktionsprüfung nach EN 1191 unterzogen. Hierbei werden die Bedienkräfte nach festgelegten Zyklen z. B. nach 5.000, nach 10.000 Öffnung-/ Schließzyklen ermittelt. Zum Abschluss wurde erneut eine Prüfung der Luftdurchlässigkeit und der Schlagregendichtheit durchgeführt. Einen Überblick über den Ablauf der Untersuchungen gibt Abbildung 23.

Die Untersuchungen wurden für folgende Varianten durchgeführt:

- mit Bodenabsenkichtung, mit Fingerschutz
- mit Bodenabsenkichtung, ohne Fingerschutz
- ohne Bodenabsenkichtung, mit Fingerschutz
- ohne Bodenabsenkichtung, ohne Fingerschutz

Der Fingerschutz war zweiteilig und zwar auf der Bandseite als Schutzprofil zwischen den Türbändern ausgeführt und auf der Gegenbandseite als Fingerschutzrollo.

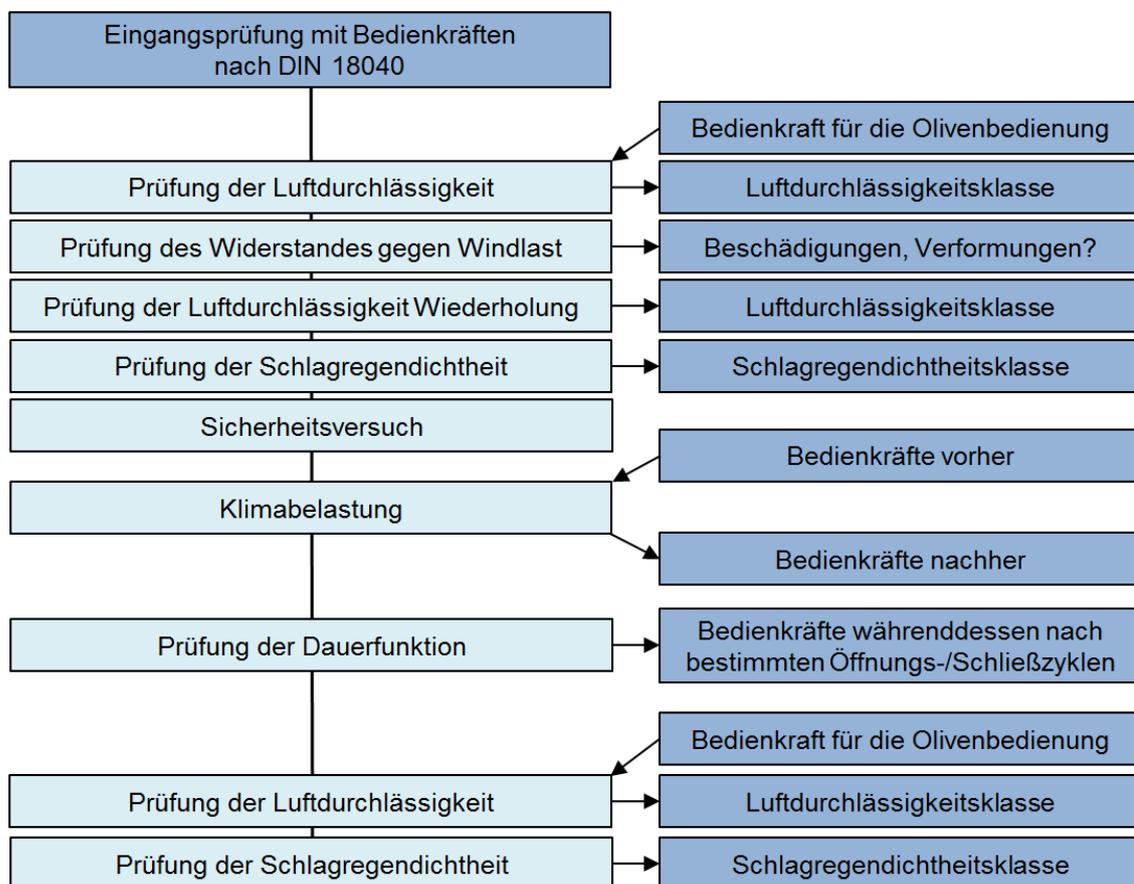


Abbildung 23 Schematischer Ablauf der Untersuchungen zu Bedienkräften und weiteren Leistungseigenschaften im Lebenszyklus einer Außentür

Um den Einfluss eines Differenzklimas auf die Bedienkräfte zu analysieren wurden die drei unterschiedlichen Differenzklimata „c“, „d“ sowie „e“ nach EN 1121 untersucht. Die Differenzklimata „c“ und „d“ simulieren hierbei eine kalte Außenseite. Das Differenzklima „e“ simuliert eine warme Außenseite der Tür durch Sonneneinstrahlung. Tabelle 37 definiert die einzelnen Klimaten auf der Raumseite der Tür (Seite 1) sowie auf der Außenseite der Tür (Seite 2).

Tabelle 37 Definition der Prüfklimaten c, d und e, nach EN 1121 [40]

Prüfklima	Geforderte Klimaten			
	Seite 1		Seite 2	
	Lufttemperatur (Θ_1) °C	Relative Feuchte (φ_1) %	Lufttemperatur (Θ_2) °C	Relative Feuchte (φ_2) %
c	23 ± 2	30 ± 5	3 ± 2	85 ± 5
d	23 ± 2	30 ± 5	-15 ± 2	Keine Anforderungen
e	mind. 20 max. 30	Keine Anforderungen	Referenztemperatur $\Theta_3 = \Theta_1 + (55 \pm 5)$	Keine Anforderungen

4.4.3 Probekörperbeschreibung

Eine Beschreibung des Probekörpers kann Tabelle 38 entnommen werden.

Tabelle 38 Beschreibung des Probekörpers

Produkt	
Produktbezeichnung	System 78 überfälzt
Profilsystem	Holz
Öffnungsrichtung	nach innen
Lichtes Öffnungsmaß/ Flügelaußenabmessung	900 x 2050 mm/ 982 x 2086 mm
Baurichtmaß/ Rahmenaußenmaß	1064 x 2132 mm
Blendrahmen/Zarge	
Material	3-fach lamellierte Massivholzkantel
Profilsystem	System 78 mm
Profilquerschnitt (B x D)	78 x 82 mm
Typ, Hersteller	Schwellensimulation Nullschwelle / VARIOTEC
Material	Sperrholzplatte 12 mm mit Edelstahlblech 1,5 mm flächig aufgeklebt
Flügel	
Gesamtdicke	78 mm
Decklage (Art, Dimension)	6 mm Sperrholz mit Aluminiumdampfsperre
Deckplatte (Art, Dimension)	6 mm Sperrholz mit Aluminiumdampfsperre
Einlage (Art, Dicken)	MFP Multifunktionsplatte mit PUR 66 mm
Rahmen (Art, Dimension)	Kiefer Leimholz
Flächenbezogene Masse	28 kg/ m ²
Dichtungen	
Flügeldichtung	Flügeldichtung 2-fach
Art/ Material	Schlauchdichtung Silikon

Lage	Dreiseitig/ vierseitig umlaufend
Schwellendichtung	Automatik Bodendichtung
Art/ Material	Stadi-FA 24/20 Länge 951 mm; Auslösung 1-seitig/ Art-Nr. 1-913-0951 / Zubehör Art-Nr. 5505
Lage	horizontal unten, Druckplatte Art.-Nr. 8111
Eckenausbildung	stumpf endend, gegen Eckformstück Art.-Nr. 5970 gestoßen
Falzausbildung	in der Beschlagebene
Blendrahmen	Doppelfalz
Flügelrahmen	Doppelfalz
Falzluft/ Kammermaße	umlaufend 4 mm
Konstruktionsfuge	nein
Schattenfuge	nein
Beschläge von Türen und Schloss	
Art	Mehrfachverriegelung
Nachweis	DIN 18251 / EN12209 / DIN 1825/0
Dornmaß	65 mm
Entfernung	72 mm
Drückerstift	8 mm
Stulpausführung	U-Stulp
Stulpabmessung (B x H x D)	20 x 1807 x 2 mm
Befestigung	geschraubt
Schlosskastenbreite	217 mm
Schlosskastentiefe	120 mm
Abstand A	915 mm
Riegelausschluss	20 mm
Art	Einzelschließblech
Nachweis	EN 12209
Material	Stahl
Abmessungen (B x H)	28 x 250 mm
Dicke	3 mm
Befestigung	geschraubt
Schließblech (Nebenverriegelung)	
Art	Einzelschließblech
Nachweis	EN 12209
Material	Stahl
Abmessungen (B x H)	28 x 120 mm
Dicke	3 mm
Befestigung	geschraubt
Profilzylinder	
Art	Doppelzylinder mit Not- und Gefahrenfunktion
Nachweis	DIN 18252 / DIN EN 1303
Profilzylinderlänge	45/ 55 mm
Bohrschutz	vorhanden

Schutzbeschlag/ Drücker	innen Halbgarnitur Edelstahl matt
Art	Schutzrosette
Nachweis	DIN 18257 / DIN EN 1906
Material	Edelstahl
Bänder	
Art	Dreiteilig
Nachweis	EN 1935
Anzahl	3
Material	Stahl, topzink
Bandlänge	140 mm
Befestigung	geschraubt
Fingerschutz Bandseite	
Art	Schutzprofilzwischen den Türbändern
Fingerschutz Gegenbandseite	
Art	Fingerschutzrollo
Befestigung	verschraubt

4.4.4 Ergebnisse

In Abbildung 25 bis Abbildung 28 ist für jeden Probekörper die Veränderung der Bedienkräfte im Verlauf der Untersuchungen dargestellt. Für jede Variante hinsichtlich Fingerschutz und Bodendichtung wurde ein Diagramm erstellt. In den Diagrammen bedeuten:

- Eingangsprüfung: Bedienkräfte im Neuzustand
- LWW: Durchführung der Prüfungen zur Luftdurchlässigkeit, Schlagregendichtheit sowie Widerstand gegen Windlast
- Vor Klima: Bedienkraft vor der Klimabelastung
- Während Klima: Bedienkraft bei Differenzklima
- Dauerfunktionszyklen: Bedienkräfte nach der genannten Anzahl an Dauerfunktionszyklen

Beim Lesen der Diagramme ist zu beachten, dass die Bedienkraft in N für Dynamisches Schließen sowie die Öffnungskraft auf der linken vertikalen Achse aufgetragen ist. Die Drehmomente in Nm für Ausklinken (Betätigung von Innen durch Griff), Falle zurückziehen (Betätigung von außen durch Schlüssel) sowie Verriegeln/ Entriegeln (durch Schlüssel) auf der rechten vertikalen Achse. Das mit dem Messgerät messbare minimale Drehmoment lag bei 0,5 Nm. Daher wurden alle gemessenen Drehmomente unterhalb dieses Minimalwertes auf 0,5 Nm gesetzt. Bei der Kraftmessung betrug der minimale Wert 1 N. Alle Kräfte unter diesem Werte wurden in den Diagrammen auf 1 N gesetzt. Zudem wurden in den Diagrammen die Grenzwerte der Bedienkräfte für den Drehmoment fingerbetätigt von 1,5 Nm und handbetätigt von 2,5 Nm markiert. Dazu wurde der Grenzwert auf der rechten vertikalen Achse umrahmt und die zugehörige Bedienart in der Legende ebenfalls. Der Grenzwert für das dynamische Schließen sowie für die Öffnungskraft beträgt max. 25 N.



Über alle Varianten sinken die Bedienkräfte für das Ausklinken und das dynamische Schließen im Verlauf der Versuche. Beim Ausklinken liegen die Messwerte im Bereich zwischen 1,5 Nm und 2,5 Nm. Beim dynamischen Schließen bewegen sich die Messwerte überwiegend in einem Bereich zwischen 5 N und 13 N.

Die Bedienkräfte zum Verriegeln/ Entriegeln steigen bei allen Varianten infolge der Bestrahlung an, während der Dauerfunktionsprüfung bleiben die Werte aller Varianten konstant. Bodendichtung und Fingerschutz zeigen keinen signifikanten Einfluss auf das zurückziehen der Falle und das Ausklinken.

Die Bedienkraft zum Öffnen der Tür (Öffnungskraft) nimmt deutlich nur bei den Varianten mit Bodendichtung (Abbildung 24) ab. Bei den Varianten ohne Bodendichtung bleibt die Kraft konstant. In der Variante mit und ohne Fingerschutz muss jeweils für das dynamische Schließen mit Bodendichtung im Mittel ca. 1,5 N mehr Kraft aufgebracht werden, als ohne Bodendichtung.



Abbildung 24 Bodenabsenktdichtung der untersuchten Außentür

Ein signifikanter Unterschied mit/ ohne Fingerschutz zeigt sich unabhängig von der Bodendichtung nur beim dynamischen Schließen und bei der Öffnungskraft. Beim dynamischen Schließen sind die Bedienkräfte mit Fingerschutz bis zu 2 N kleiner als ohne Fingerschutz. Umgekehrt verhält es sich bei der Öffnungskraft. Hier sind die Bedienkräfte mit Fingerschutz größer als ohne Fingerschutz.

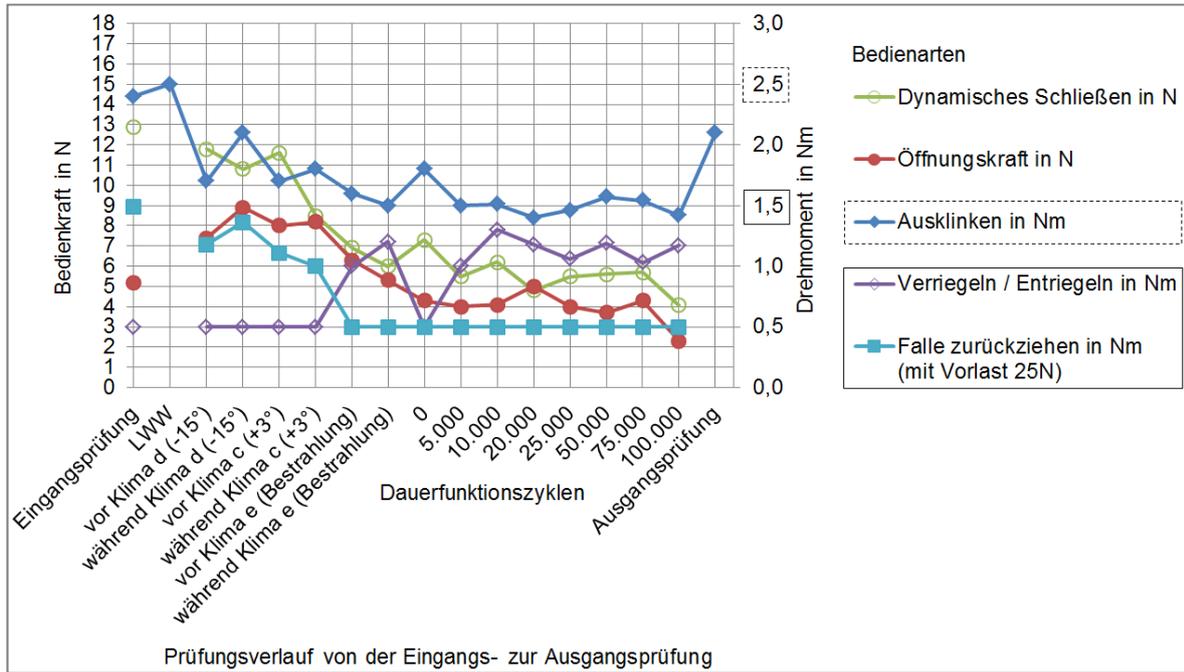


Abbildung 25 Bedienkräfte der untersuchten Außentür - Variante mit Bodendichtung, mit Finger-
schutz

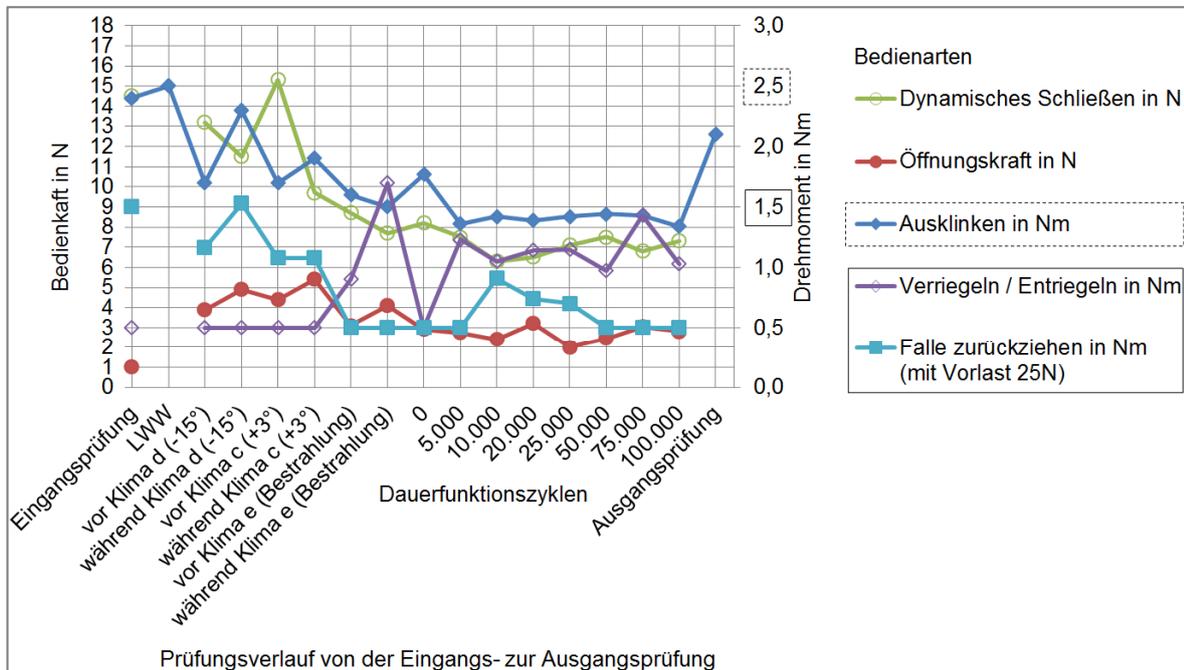


Abbildung 26 Bedienkräfte der untersuchten Außentür - Variante mit Bodendichtung, ohne Finger-
schutz

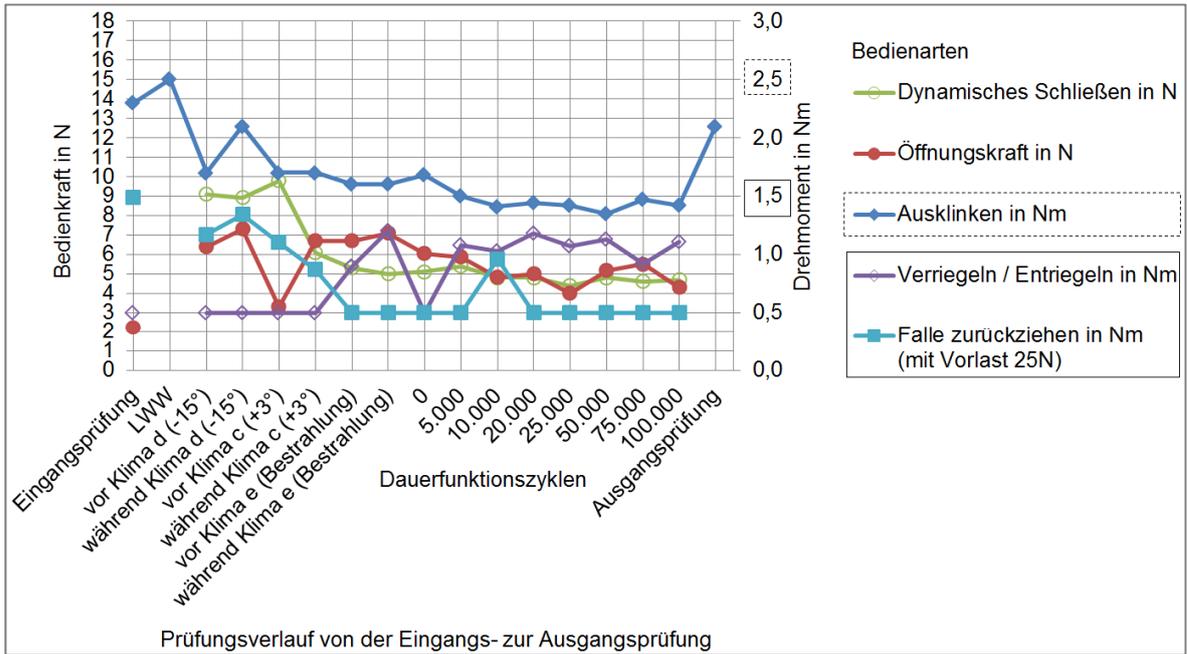


Abbildung 27 Bedienkräfte der untersuchten Außentür - Variante ohne Bodendichtung, mit Fingerschutz

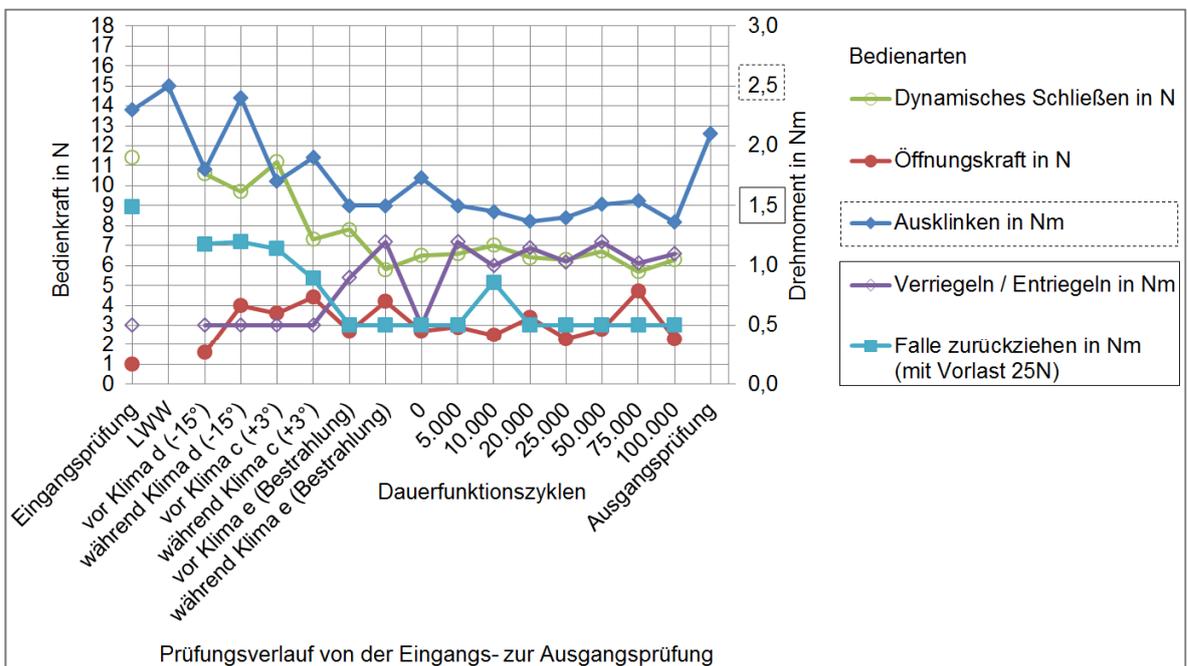


Abbildung 28 Bedienkräfte der untersuchten Außentür - Variante ohne Bodendichtung, ohne Fingerschutz

4.5 Überrollbarkeit von Schwellen

4.5.1 Motivation und Ziel

Die DIN 18040 regelt die Anforderung an die Schwellenhöhe wie folgt:

„Untere Türanschläge und Schwellen sind nicht zulässig. Sind sie technisch unabdingbar, dürfen sie nicht höher als 2 cm sein.“ [12]

Im Gespräch mit Pflegeheimbewohnern berichteten diese, dass schon deutlich niedrigere als 2 cm hohe Schwellen ein Passieren deutlich erschweren oder teils unmöglich machen können. Da die Passierbarkeit, insbesondere mit einem Rollstuhl oder Rollator jedoch nicht nur von der Höhe der Schwelle, sondern auch von der Formgebung abhängen, sollten durch entsprechende Untersuchungen die Überrollbarkeit unterschiedlicher Schwellenkonstruktionen analysiert werden.

Hierzu wurden zum einen Versuche, bei denen messtechnisch die Kräfte ermittelt wurden, die zum Überrollen der Schwellen aufgebracht werden müssen. Zum anderen wurden an ausgewählten Schwellenprofilen Überrollversuche mit Rollstuhlfahrern und Nutzern von Rollatoren durchgeführt. Hier wurde das subjektive Empfinden unterschiedlicher Nutzer in Erfahrung gebracht und mit den Messdaten in Verbindung gebracht.

Die Untersuchungen hatten das Ziel, ein reproduzierbares Messverfahren zur Ermittlung und Klassifizierung der Überrollbarkeit von Schwellen zu definieren.

Im Forschungsvorhaben „Bordsteinkanten mit einheitlicher Bordhöhe und Bodenindikatoren an Überquerungsstellen“ [41] wurden methodisch gleichwertige Versuche durchgeführt. Untersuchungsgegenstand waren hier Bordsteine mit einer Einbauhöhe von 3 cm, was die Anforderungen entsprechend DIN 18040 hinsichtlich der Barrierefreiheit im Wohnbereich deutlich übertrifft.

4.5.2 Versuchsaufbau und Schwellen

Auf einer Grundplatte, die als Bewegungsfläche vor und hinter der Schwelle dient, wurden mittig verschiedene Schwellen befestigt (siehe Abbildung 29).

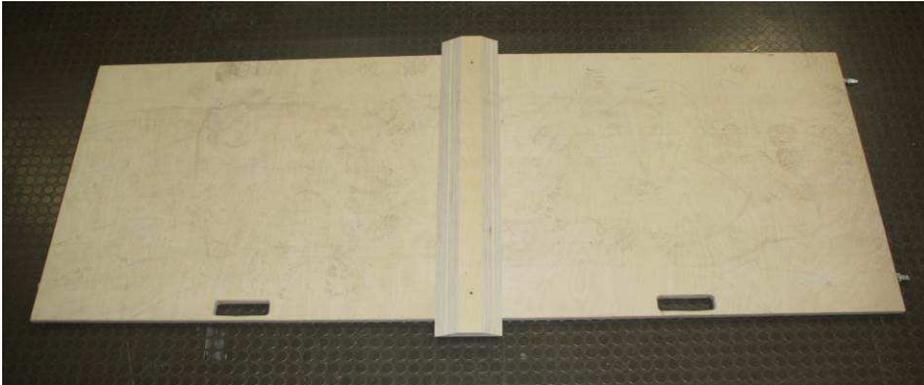


Abbildung 29 Darstellung des Versuchsaufbaus für die Untersuchungen

Für die Untersuchungen wurden zwei verschiedene Schwellenprofilvarianten verwendet. So wurden Holzschwellen hergestellt, die über eine einfache Geometrie verfügen, die auf den Grundformen Rechteck, Kreis und Schräge basiert. Einen Überblick über die hergestellten Schwellenvarianten zeigt Tabelle 39. Vorteil dieser Schwellen ist, dass die Bewertung der Schwellengeometrie hinsichtlich der Überrollbarkeit aufgrund der einfachen Geometrie erleichtert ist.

Tabelle 39 Überblick über die untersuchten „künstlichen“ Schwellentypen.

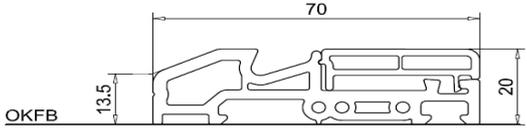
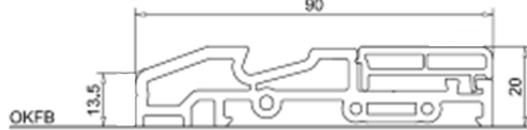
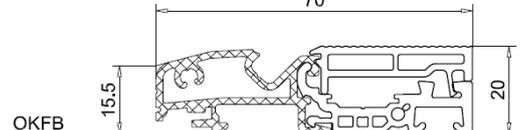
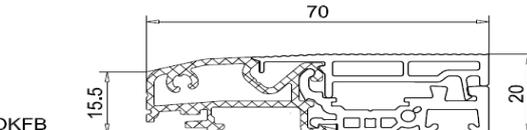
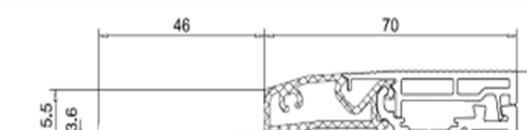
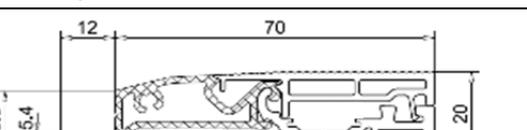
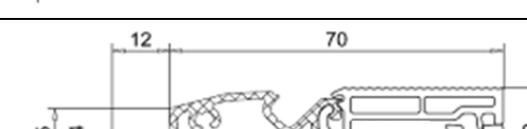
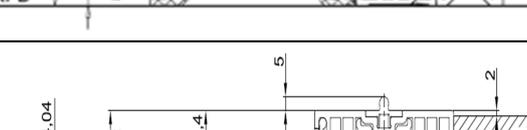
Bezeichnung	Höhe in mm	Breite in mm	Zeichnung
Rechteckige Schwelle (E steht für „Eckig“)			
E10	10	60	
E20	20	60	
E30	30	60	
Runde Schwelle (R steht für „Rund“)			
R1060	10	60	
R1080	10	80	
R10100	10	100	
R2060	20	60	
R2080	20	80	
R20100	20	100	
R3060	30	60	
R3080	30	80	
R30100	30	100	

Bezeichnung	Höhe in mm	Breite in mm	Zeichnung
Schräge Schwelle (S steht für „Schräg“) Der Winkel der Schräge von 25° sowie die Höhe des Absatzes wurden in Anlehnung an die Arbeitsstättenrichtlinie ASR V3a.2 umgesetzt.			
S10-0	10	variiert	
S10-5	10		
S20-0	20		
S20-5	20		
S30-0	30		
S30-5	30		

Neben den „künstlichen Schwellen“ wurden zudem Schwellenprofile der Projektpartner untersucht. Diese werden im Folgenden als „reale Schwellen“ bezeichnet. Die entsprechenden Querschnitte der 18 Schwellen sind in Tabelle 40 dargestellt. Es handelte sich um Schwellenprofile von Drehflügeltüren und von Hebe-Schiebe-Türen. Mit diesen Schwellenvarianten war es möglich Schwellen zu untersuchen, die tatsächlich in der Praxis verwendet werden. Für einen Teil dieser Schwellen musste, um den Einbauvorschriften der Hersteller zu entsprechen, vom oben gezeigten Versuchsaufbau abgewichen werden. Bei diesen Schwellen wurden zwei voneinander getrennte Bewegungsflächen vor und hinter der Schwelle angeordnet. Die Bewegungsflächen wurden zum Höhenausgleich unterlegt, bis die Einbauvorschriften hinsichtlich Schwelle und Oberkante des fertigen Fußbodens (OKFF bzw. OKFB) eingehalten waren.

Tabelle 40 Überblick über die „realen“ Schwellen (Teil 1).

Bezeichnung	Beschreibung	Zeichnung	
		Richtung 1 →	Richtung 2 ←
A	Schwelle für Drehflügeltür Höhe 20 mm		
B	Schwelle für Drehflügeltür Höhe 20 mm		

Bezeichnung	Beschreibung	Zeichnung	
		Richtung 1 →	Richtung 2 ←
C	Schwelle für Drehflügeltür Höhe 20 mm		
D	Schwelle für Drehflügeltür Höhe 20 mm		
E	Schwelle für Drehflügeltür Höhe 20 mm		
F	Schwelle für Drehflügeltür Höhe 20 mm		
G	Schwelle für Drehflügeltür Höhe 20 mm		
H	Schwelle für Drehflügeltür Höhe 20 mm		
I	Schwelle für Drehflügeltür Höhe 20 mm		
J	Schwelle für Hebe-Schiebe-Türen 5 mm Laufschiene 14,4 mm Stufe 3° Schräge 127 mm		

Bezeichnung	Beschreibung	Zeichnung	
		Richtung 1 →	Richtung 2 ←
K	Schwelle für Hebe-Schiebe-Türen 15 mm Laufschiene 3° Schräge 110 mm		
L	Schwelle für Hebe-Schiebe-Türen 5 mm Laufschiene 3° Schräge 110 mm		
M	Schwelle für Hebe-Schiebe-Türen 15 mm Laufschiene 14,3 mm Stufe 3° Schräge 106 mm		
N	Schwelle für Hebe-Schiebe-Türen 5 mm Laufschiene 14,3 mm Stufe 3° Schräge 106 mm		
O	Schwelle für Drehflügeltür Höhe 23,5 mm		
P	Schwelle für Drehflügeltür Höhe 20 mm		
Q	Schwelle für Drehflügeltür Höhe 17 mm		

Bezeichnung	Beschreibung	Zeichnung	
		Richtung 1 →	Richtung 2 ←
R	Schwelle für Drehflügeltür Höhe 20 mm		

Zu Projektende konnten noch drei weitere Schwellenprofile der Projektpartner untersucht werden. Bei der Konstruktion wurde besonders auch auf eine gute Überrollbarkeit geachtet. Die Querschnitte dieser Schwellen zeigt Tabelle 41.

Tabelle 41 Überblick über die „realen“ Schwellen (Teil 2).

Bezeichnung	Beschreibung	Zeichnung
S	Schwelle für Drehflügeltür Kein Niveauunterschied	
T	Schwelle für Hebe-Schiebe-Türen 4,4 mm Laufschiene	
U	Schwelle für Drehflügeltür Etwa 5 mm Niveauunterschied zwischen Schwellenprofil und Entwässerungsprofil	

4.5.3 Hilfsmittel für die Laborversuche

Für die Überrollversuche wurden verschiedene Rollgefährte verwendet:

- Rollstuhl mit 80 kg Dummy
- Rollator mit 30 kg Zuladung
- Rollwagen mit variierender Zuladung
- Rollatorwagen mit variierender Zuladung

Im Folgenden werden die Kraftwaage und die Rollgefährte beschrieben.

4.5.3.1 Kraftwaage

Zum Messen der benötigten Kraft, zum Überwinden der Schwelle, wurde stets dieselbe kalibrierte Kraftwaage verwendet. Diese hat eine Genauigkeit von $\pm 5\%$ und einen Messbereich bis 500 N. Das Gerät verfügt über eine digitale Maximalwertanzeige.

4.5.3.2 Rollstuhl und Rollator

Die Überrollbarkeit von Schwellen ist besonders für die Nutzer von Rollstühlen und Rollatoren wichtig. Daher wurden diese Hilfsmittel auch für die Überrollversuche verwendet.

Zunächst wurde ein Rollstuhl mit einem 80 kg schweren Dummy belastet um eine sitzende Person nachzuahmen. Es handelte sich um einen Standardrollstuhl ohne individuelle Anpassungen. Der Lenkrollendurchmesser betrug 200 mm. Antriebsräder und Lenkrollen waren als Vollgummireifen ausgeführt.

Ebenso wurde ein Rollatornutzer simuliert, indem auf den Handgriffen eines Rollators ein Gewicht von 30 kg angebracht wurde. Bei diesem Rollator handelte es sich um einen Standardrollator aus Stahl ohne individuelle Anpassungen. Der Lenkrollendurchmesser betrug 200 mm. Die Räder waren als Vollgummireifen ausgeführt. Bilder der Prüfmittel zeigt Abbildung 30.

Die genannten Hilfsmittel wurden manuell über die Schwellen gezogen. Dazu wurde am Rollstuhl in Sitzhöhe, die Kraftwaage mittels zweier Seile befestigt und hiermit der Rollstuhl manuell über die Schwelle gezogen. Die Krafteinleitung erfolgte parallel zum Boden bzw. horizontal. In der Ausgangsstellung hatten beide Lenkrollen des Rollstuhls Kontakt mit der Schwelle. Ebenso wurde mit dem Rollator vorgegangen. Am Rollator wurde die Kraftwaage in Höhe der Sitzfläche befestigt. Abbildung 30 stellt die entsprechenden Aufbauten dar.



Abbildung 30 Prüfmittel für Überrollversuche an Schwellen
Links Rollstuhl mit Dummy, rechts Rollator mit Zusatzgewicht

Während der Versuche hat sich gezeigt, dass Rollstuhl und Rollator zur Definition eines eindeutigen und reproduzierbareren Messverfahrens nur bedingt geeignet sind. Durch die Lage des Schwerpunktes konnten nicht alle Schwellen überrollt werden, da die Gefährte vorher kippten. Auch ist das manuelle Ziehen der Prüfmittel über die Schwelle bei diesem Versuchsaufbau nur bedingt reproduzierbar, weil die horizontale Krafteinleitung abhängig von der richtigen Arm- und Handhaltung des Prüfers ist. Aus diesen Gründen wurde ein verbesserter Versuchsaufbau mit einem Rollwagen entwickelt.

4.5.3.3 Rollwagen

An einer OSB-Platte der Abmessung von 800 mm x 600 mm x 10 mm wurden auf der Unterseite vier Lenkrollen befestigt. Jede Lenkrolle hat folgende Eigenschaften:

- Einzelrolle mit horizontaler Drehachse (Rollenlager), die
- zusätzlich, durch einen zweifach kugelgelagerten Drehkranz, in der vertikalen Achse schwenkbar ist.
- Die horizontale Rollen-Drehachse und die vertikale Drehachse schneiden sich nicht (Nachlauf).
- Durch den Nachlauf richten sich die Rollen beim Anzug des Wagens in die gewünschte Bewegungsrichtung aus.
- Reifen aus Vollgummi, 80° Shore A
- Raddurchmesser 200 mm
- Radbreite 50 mm

Der Rollwagen wurde mit den Zuladungen 40 kg und 50 kg versehen. Diese waren oben auf der Platte mittig im Bereich zwischen den Rollen fixiert. Meist war der Rollwagen ausschließlich mit Lenkrollen bestückt, in einer Variante wurden die hinteren Rollen als Bockrollen ausgeführt. Das Leergewicht ohne Zuladung betrug mit Lenkrollen 17,1 kg und mit einer Kombination aus Lenkrollen und Bockrollen 16,1 kg.

An dem Rollwagen war ein dehnungsfreies Zugseil im vorderen Bereich, mittig zwischen den Vorderrädern, befestigt. Die zum Überwinden der Schwelle mit den Vorderrädern des Versuchswagens notwendige Kraft, wurde parallel zur Ebene der Bewegungsfläche aufgebracht. Das verhinderte, dass die notwendige Kraft infolge unterschiedlicher Zugrichtungen variiert und so die Versuchsergebnisse nicht vergleichbar sind. Um die horizontale Krafteinleitung zu gewährleisten, wurde das Zugseil über eine Umlenkrolle geführt. Eine Skizze des Versuchsaufbaus zeigt Abbildung 31, den realisierten Rollwagen zeigt Abbildung 32.

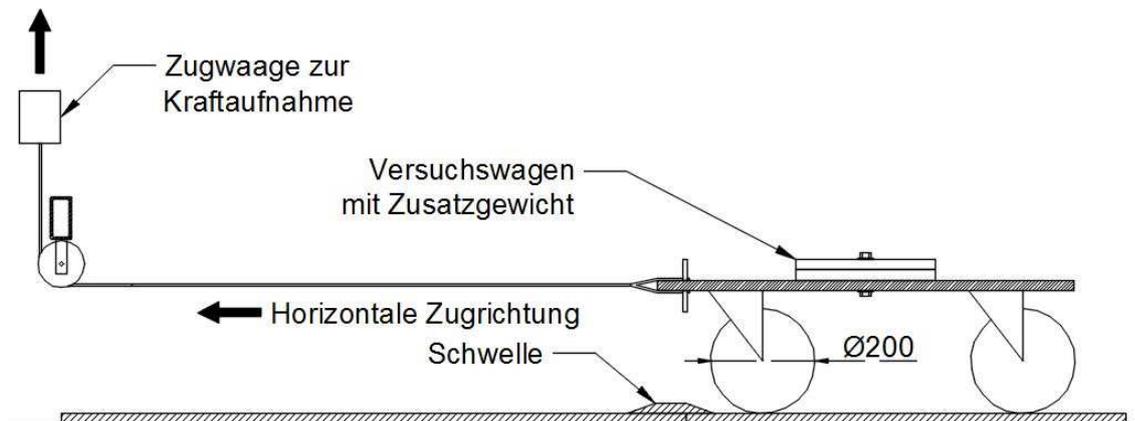


Abbildung 31 Versuchsaufbau zur Überrollbarkeit von Schwellen mit Rollwagen - Schnitt



Abbildung 32 Realisierter Rollwagen zum Versuch zur Überrollbarkeit von Schwellen. Zusatzgewicht 40 kg in Plattenmitte fixiert. Position auf der Bewegungsfläche vor der eingebauten Schwelle.



4.5.3.4 Rollatorwagen

Um sicherzustellen, dass die Versuche mit Rollwagen und Vollgummirollen auch wirklich Ergebnisse liefern, die mit den Vollgummirollen eines Standardrollators vergleichbar sind, wurden weitere Versuche durchgeführt. Dazu wurde ein Standard-Rollator zum Rollwagen umgebaut. Wie in Abbildung 33 erkennbar, wurde eine Platte am Rollator befestigt. Die Einbauhöhe dieser Platte entsprach der Höhe der Platte beim Rollwagen. Auf der Platte wurde ein Zusatzgewicht angebracht. Die Vollgummibereifung des Rollatorwagens hatte einen Standard-Durchmesser von 190 mm, das Leergewicht betrug 11,7 kg.



Abbildung 33 Rollatorwagen aus einem umgebauten Standard-Rollator. Vollgummi-Rollen mit 190 mm Durchmesser.

4.5.4 Untersuchungsmethodik

4.5.4.1 Laborversuche

In der Ausgangsstellung hatten beide Lenkrollen Kontakt mit der Schwelle. Dann wurde langsam mit der Kraftwaage am Zugseil gezogen. Die Zugkraft wurde solange erhöht, bis das Gefährt die Schwelle überwunden hatte. Die hierfür benötigte Kraft wurde dreimal gemessen und aus den Einzelmesswerten das arithmetische Mittel gebildet.

Bei den Versuchen mit dem Rollwagen und dem Rollatorwagen wurde zudem die Zuladung variiert. Damit sollte der Zusammenhang zwischen Gewicht und Kraft zum Überrollen untersucht werden.

4.5.4.2 Probandenversuche

Ergänzend zu den Kraftmessungen im Labor wurden auch Versuche mit Probanden durchgeführt. Diese dienten der Verifizierung und „Zuordnung“ der quantitativ ermittelten Werte. Ein Teil der Versuche wurde am ift Rosenheim durchgeführt. Für weitere Versuche wurden verschiedene Einrichtungen besucht. Insgesamt wurden Untersuchungen mit 27 Probanden durchgeführt. Die Besonderheiten der jeweiligen Versuche sind:

- **Probandenversuche am ift Rosenheim**

Teilnehmer: drei Rollstuhlnutzer, eine Rollatornutzerin, ein gehbehinderter Proband, der zum ersten Mal in einem Rollstuhl saß.

Die Probanden nutzten für die Versuche ihre eigenen und damit individuell angepassten Hilfsmittel. Die Rollatornutzerin wechselte zwischen ihrem eigenen, sehr leichten Rollator und dem Rollator aus den eingangs erwähnten Versuchen (Abbildung 30). Der gehbehinderte Proband nutzte den Standardrollstuhl (Abbildung 30).

- **Caritas Ambulante Hilfen für Menschen mit Behinderung in Rosenheim**

Teilnehmer: vier Rollstuhlnutzer und zwei Rollatornutzer.

Die Probanden sind meist Senioren, die noch weitgehend selbständig Wohnen und die Freizeitangebote der benachbarten Caritaseinrichtung selbstständig aufsuchen können. Ein jüngerer Proband benötigte zur Fortbewegung im Rollstuhl eine Assistenz. Die älteren Probanden haben verschiedene altersbedingte Einschränkungen. Einige Rollatornutzer sind nicht in der Lage ihr Hilfsmittel über einen höheren Absatz zu heben. Eine Rollstuhlnutzerin bewegt diesen aufgrund mangelnder Kraft in den Armen mit Hilfe der Beine.

- **Caritas Wendelstein-Werkstätten in Raubling**

Teilnehmer: sieben Rollstuhlnutzer, davon drei Elektrorollstühle und ein Hybridrollstuhl, sieben Rollatornutzer, eine Probandin mit Posterior und ein blinder Proband.

In der anerkannten Werkstatt für Menschen mit Behinderung arbeiten Menschen mit unterschiedlichen Behinderungen ganztägig. Sie verrichten hier überwiegend handwerkliche Tätigkeiten. Die Altersstruktur der Probanden reicht von jungen Erwachsenen bis zu Probanden kurz vor dem Renteneintrittsalter. Überwiegend sind die Probanden körperlich kräftig. So können die Nutzer manueller Rollstühle diesen zum Überwinden von Schwellen ankippen und die Rollatornutzer können diesen über höhere Schwellen heben. Ein blinder Proband beurteilte die Schwellen hinsichtlich ihrer Überwindbarkeit und Erkennbarkeit.

Die Probanden gaben zu jeder „untersuchten“ Schwelle ihre subjektive Einschätzung ab. Zur Bewertung der Überrollbarkeit wurde folgendes Bewertungsschema vorgegeben:

++	Sehr gut
+	gut
0	annehmbar
-	schlecht, gerade noch möglich
--	nicht möglich

Aus dem Vergleich der subjektiven Bewertung der Probanden mit den quantitativen Ergebnissen, konnten Anforderungen an unterschiedliche Klassen der Überrollbarkeit abgeleitet werden. Schwellen ließen sich so hinsichtlich ihrer Überrollbarkeit bewerten.



4.5.5 Ergebnisse der Laborversuche

Schwellen einfacher Geometrie

In Abbildung 34 ist auf die Kraft die zum Überrollen der Schwelle benötigt wurde in Abhängigkeit des Schwellentyps aufgetragen. Wie zuvor erwähnt kippten bei einigen Schwellen sowohl der Rollstuhl mit Zuladung 80 kg (Rollstuhldummy) als auch der Rollator mit Zuladung 30 kg (Rollatordummy). Da ein Überrollen so nicht möglich war, fehlen in Abbildung 34 die entsprechenden Werte.

Beim Rollwagen und beim Rollatorwagen steigt bei gleichbleibendem Rollendurchmesser die Kraft zum Überrollen der Schwellen mit zunehmendem Gewicht an. Die Graphen der verschiedenen Gewichte innerhalb eines Wagentyps sind hier parallelverschoben.

Die Graphen der Ergebnisse von Rollwagen und Rollatorwagen sind bei gleicher Zuladung parallel zueinander verschoben. Mit dem Rollatorwagen werden meist leicht höhere Kräfte als mit dem Rollwagen benötigt. Da der Rollatorwagen ein niedrigeres Leergewicht hatte als der Rollwagen und dies zu niedrigeren Kräften führen müsste, sind die gemessenen höheren Kräfte auf den reduzierten Rollendurchmesser zurückzuführen.

Die Ergebnisse für den Rollwagen sind mit Lenkrollen und einer Kombination von Lenkrollen vorne und Bockrollen hinten nahezu identisch.

Die geringsten Kräfte zum Überrollen werden für die Schwellen mit 10 mm Schwellenhöhe aufgebracht. Die Messergebnisse für die rechteckige Schwelle E10 sowie für die angeschrägten Schwellen S10-0 und S10-5 unterscheiden sich kaum. Geringere Kräfte zum Überrollen sind für die runden Schwellen notwendig. Folgende Zusammenhänge lassen sich zwischen Schwellengeometrie und Kraft zum Überrollen beobachten.

E - Eckige Schwellen

Die nötige Kraft zum Überrollen der Schwelle steigt stark mit der steigenden Schwellenhöhe an.

R - Runde Schwellen

Bei gleichbleibender Schwellenhöhe sinkt die notwendige Kraft mit zunehmender Schwellenbreite bzw. mit zunehmendem Schwellenradius.

Die nötige Kraft zum Überrollen der Schwelle bei gleichbleibender Schwellenbreite steigt mit steigender Schwellenhöhe an.

S - Schräge Schwellen

Bei gleicher Schwellenhöhe macht es kaum einen Unterschied, ob der 25° Schräge ein 5 mm Absatz vorgesetzt ist oder nicht.

Die zunehmende Schwellenhöhe führt deutlich nur beim Sprung von der Schwellenhöhe 10 mm auf 20 mm zu erhöhten Kräften für das Überrollen. Lediglich mit dem Rollstuhldummy zeigt sich ein Anstieg der notwendigen Kraft auch bei einer Steigerung der Schwellenhöhe von 20 mm auf 30 mm.

Mit dem Rollwagen konnten alle Schwellen einfacher Geometrie untersucht werden, da der Wagen auch bei Schwellenhöhen von 30 mm nicht ins Kippen gerät. Es besteht ein linearer Zusammenhang zwischen der Kraft die zum Überrollen nötig ist und dem Gewicht des Wagens. Mit 50 kg Zuladung konnten einige Schwellen nicht überrollt werden, da der Messbereich des Kraftmessgerätes begrenzt war.

Um die Überrollbarkeit von Schwellen zu beurteilen wird die Verwendung eines Rollwagens in Verbindung mit dem Versuchsaufbau als geeignet angesehen. Sowohl der Versuchsaufbau, als auch die Ergebnisse sind reproduzierbar und mit realen Hilfsmitteln (Rollstuhl, Rollator) vergleichbar.

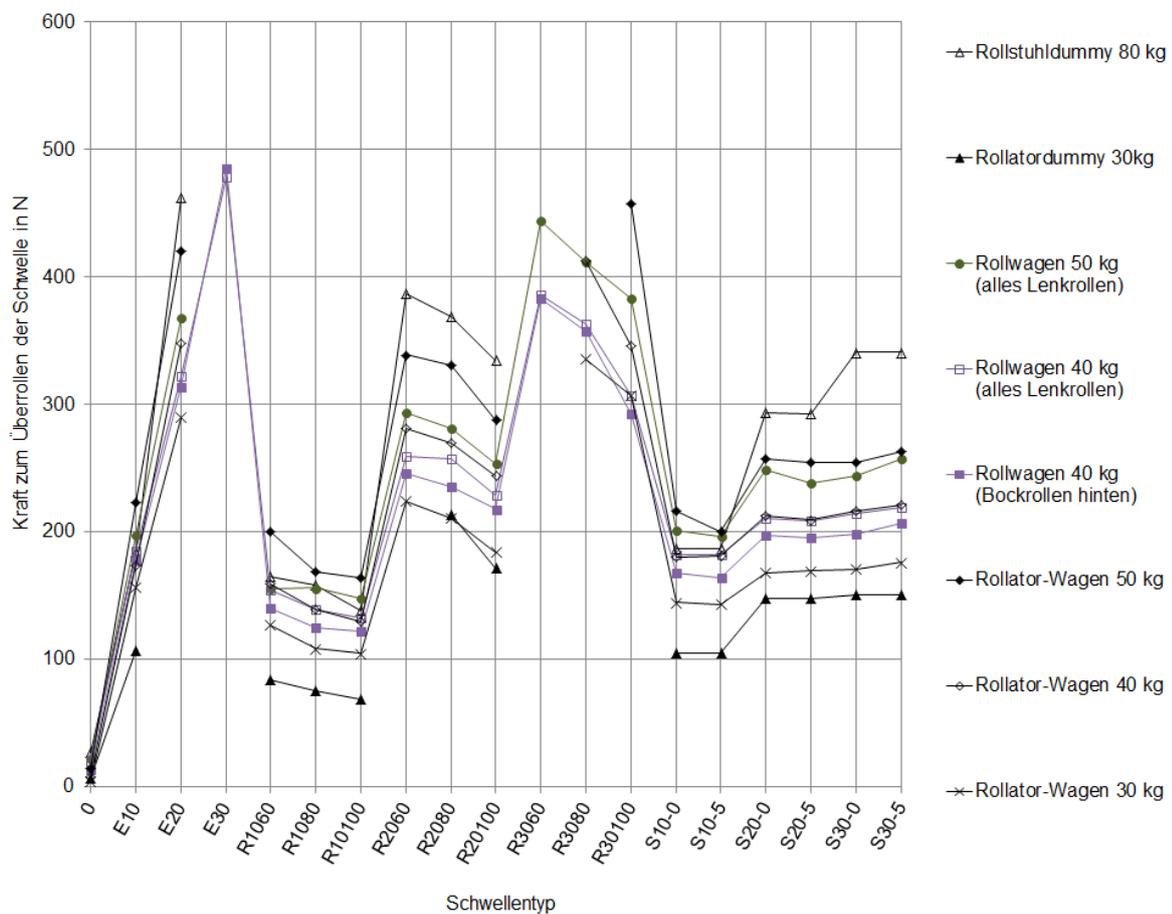


Abbildung 34 Ergebnisse der Laborversuche zur Überrollbarkeit von Schwellen einfacher Geometrie.

Die Ergebnisse der Kraftmessungen mit dem 40 kg Rollwagen fließen später in die Klasseinteilung ein. Daher sind diese Ergebnisse ergänzend zu Abbildung 34 in Tabelle 42 separat dargestellt.



Tabelle 42 Ergebnisse der Laborversuche zur Überrollbarkeit von Schwellen einfacher Geometrie mit dem 40 kg Rollwagen

Schwellentyp	Rollwagen 40 kg Kraft zum Überrollen der Schwelle in N
E30	479
R3060	386
R3080	363
E20	322
R30100	307
R2060	260
R2080	257
R20100	229
S30-5	219
S30-0	215
S20-0	211
S20-5	209
E10	186
S10-5	182
S10-0	182
R1060	154
R1080	139
R10100	133
0	17

Reale Schwellengeometrie

In Abbildung 35 sind die Ergebnisse der Überrollversuche mit dem Rollwagen für die realen Schwellenprofile dargestellt.

Wie schon bei den Schwellen einfacher Geometrie zeigt sich an den parallel zueinander verlaufenden Graphen, dass das Gewicht des Rollwagens zur Kraft für das Überrollen der Schwellen linear ist. In der folgenden Auswertung werden daher nur die Ergebnisse mit dem 40 kg Rollwagen diskutiert.

Jede Schwelle hat zwei Richtungen in der diese überrollt wird. Die Richtung von außen nach innen ist mit einer 1 gekennzeichnet und die Richtung von innen nach außen mit einer 2. Viele der untersuchten Schwellen sind hinsichtlich der für das Überrollen maßgeblichen Schwelleneigenschaft in Richtung 2 identisch. Die maßgebliche Schwelleneigenschaft ist hier vergleichbar mit der rechteckigen Schwelle E20 bei den Schwellen einfacher Geometrie.

rie. Die Messwerte wurden darum nicht erneut ermittelt, sondern von der Schwelle E20 übernommen.

Die geringsten Kräfte sind zum Überrollen der Schwellen J2 bzw. L1, L2 und N2 nötig. Hinsichtlich der Überrollbarkeit ist für diese Schwellen von Hebe-Schiebe-Türen eine schmale Laufschiene mit 5 mm Schwellenhöhe maßgebend.

Für die meisten Schwellen wird eine Kraft zum Überrollen zwischen etwa 230 N und 280 N benötigt. Verglichen mit den Messungen mit dem 40 kg Rollwagen an den Schwellen einfacher Geometrie liegen die Ergebnisse damit zwischen denen für die rechteckigen Schwellen E10 mit 10 mm Schwellenhöhe und einem Messwert von etwa 190 N und der Schwelle E20 mit 20 mm Schwellenhöhe und einem Messwert von etwa 320 N. Zum Vergleich ebenfalls herangezogen werden, können die runden Schwellen mit 20 mm Schwellenhöhe. Beim Versuch mit dem 40 kg Rollwagen wurden hier für R20100 etwa 230 N gemessen und für die R2060 etwa 260 N.

Die gegen Projektende untersuchten Schwellen S, T und U (Tabelle 41) wurden ausschließlich den Versuchen mit dem 40 kg Rollwagen unterzogen. Diese Schwellen sind besonders auf eine gute Überrollbarkeit hin entwickelt. Dies zeigt sich auch im Ergebnis. Alle Messwerte dieser Schwellen liegen unter 100 N. Für die Schwelle T ist hinsichtlich der Überrollbarkeit in beide Richtungen eine 4,7 mm hohe Laufschiene maßgeblich. Zu deren Überwindung werden 87 N bzw. 89 N benötigt. Die geringsten Werte werden an den Schwellen S und U gemessen. Diese Schwellen erzielen Ergebnisse von etwa 15 N bis 20 N und liegen damit knapp über dem Messwert für das Überrollen einer ungestörten Fläche. Unterschiede können hier mit einer höheren Rauigkeit der Oberfläche und mit geringen Niveauunterschieden beim Einbau erklärt werden.

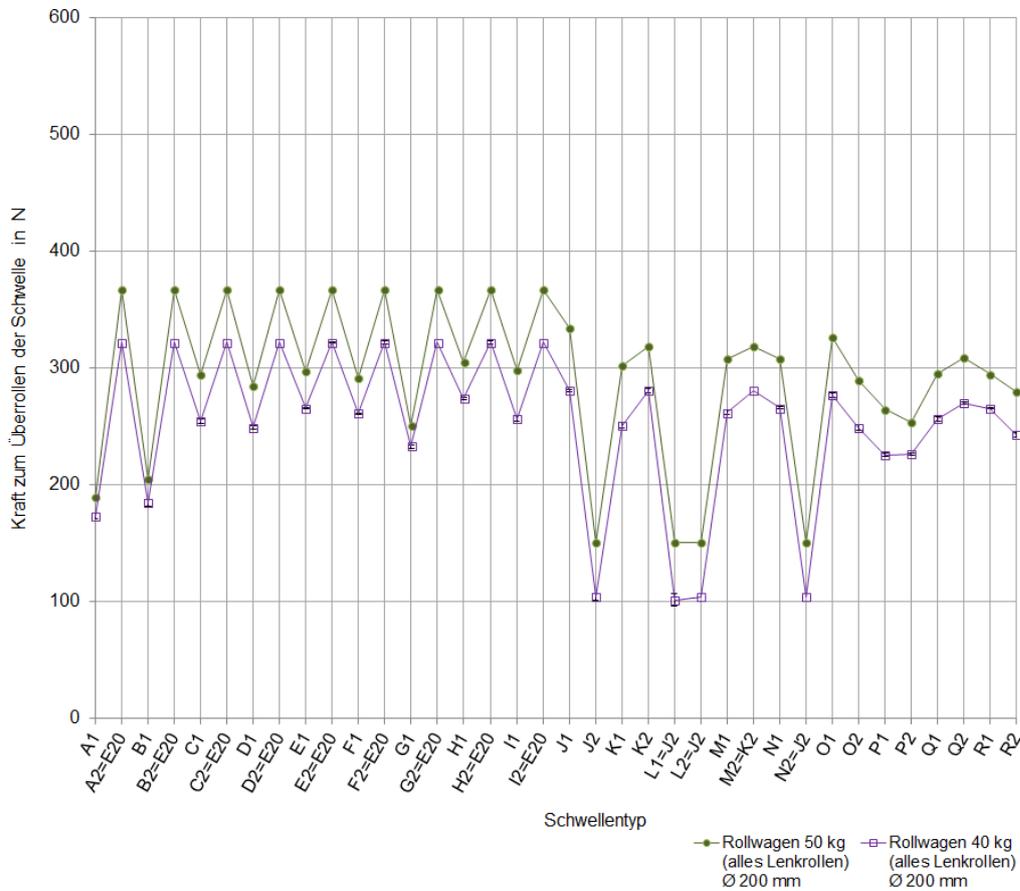


Abbildung 35 Ergebnisse der Laborversuche zur Überrollbarkeit von realen Schwellenprofilen (Teil1)

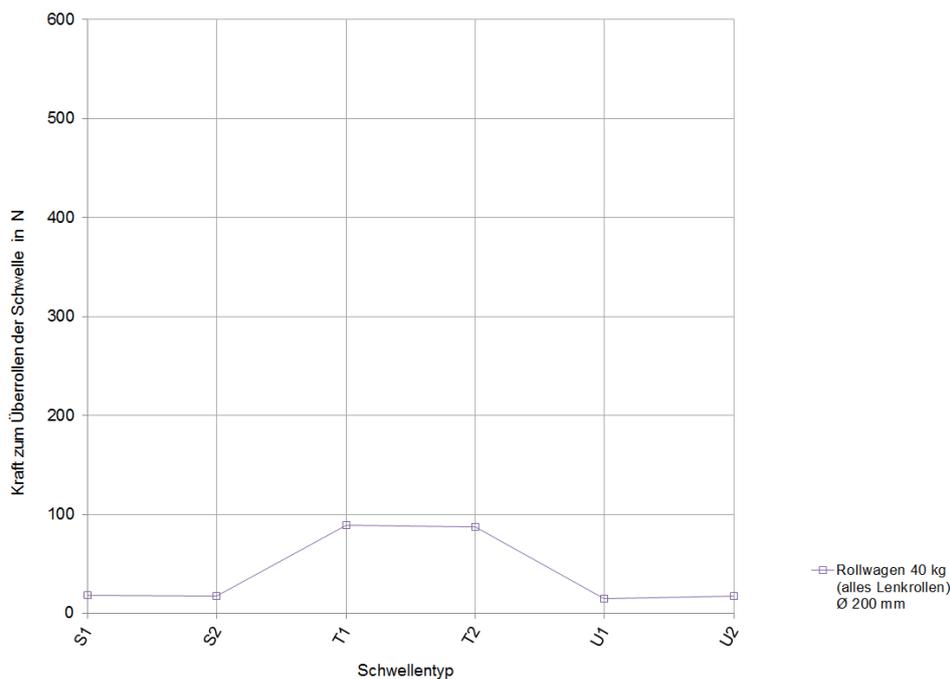


Abbildung 36 Ergebnisse der Laborversuche zur Überrollbarkeit von realistischen Schwellenprofilen (Teil2)

Die Ergebnisse der Kraftmessungen mit dem 40 kg Rollwagen fließen später in die Klasseinteilung ein. Daher sind diese Ergebnisse ergänzend zu Abbildung 35 und Abbildung 36 in Tabelle 43 dargestellt.

Tabelle 43 Ergebnisse der Laborversuche zur Überrollbarkeit von realen Schwellenprofilen mit dem 40 kg Rollwagen

Schwellen	Rollwagen 40 kg Kraft zum Überrollen der Schwelle in N	
	Überrollrichtung 1	Überrollrichtung 2
	<p>Überrollrichtungen 1 und 2 am Beispiel der Schwelle C</p>	
A	173	322
B	185	322
C	255	322
D	249	322
E	266	322
F	261	322
G	233	322
H	274	322
I	257	322
J	281	105
K	251	281
L	102	105
M	262	281
N	266	105
O	277	249
P	226	227
Q	256	270
R	266	243
S	18	18
T	89	87
U	15	18



4.5.6 Ergebnisse der Probandenversuche

Bei den Probandenversuchen wurden nicht alle Schwellen von allen Probanden bewertet. Beim ersten Ortstermin sollten von den Probanden alle Schwellen einfacher Geometrie und ausgewählte Schwellen komplexer Geometrie beurteilt werden. Anhand dieser Ergebnisse und der Ergebnisse aus den Kraftmessungen wurde für die folgenden Probandenversuche eine weitere Auswahl getroffen. Ausgewählt wurden Schwellen, die aufgrund ihrer Geometrie in Verbindung mit der zum Überrollen notwendigen Kraft für eine spätere Einteilung der Schwellen in Klassen der Überrollbarkeit erforderlich schienen.

Auch wenn die Probandenversuche eine eher geringe Grundgesamtheit aufweisen, bieten sie dennoch eine gute Näherung, wie Rollstuhl- und Rollatornutzer die Überrollbarkeit von Schwellen beurteilen. Mit der gezielten Auswahl einer sehr gemischten Probandengruppe wurde versucht, ein möglichst großes Nutzerspektrum zu repräsentieren.

Die Überrollbarkeit der Schwellen wurde subjektiv durch Probanden anhand folgenden Schemas beurteilt:

++	Sehr gut
+	gut
0	annehmbar
-	schlecht, gerade noch möglich
--	nicht möglich

Um aus den Beurteilungen der Probanden einen „Mittelwert“ zu generieren wurde wie folgt vorgegangen:

- Überwiegt eine Beurteilung ist diese maßgeblich
- Ein ++ hebt ein -- auf
- Ein + hebt ein - auf
- Bei Stimmgleichheit wird die negativere Bewertung verwendet

Für die folgenden Auswertungen werden zunächst die Einzelbeurteilungen herangezogen, da diese differenziertere Beobachtungen erlauben.

Einfache Schwellengeometrie

Die Ergebnisse der Probandenversuche zur Überrollbarkeit von Schwellen mit einfacher Geometrie zeigt Tabelle 44.

Tabelle 44 Ergebnisse der Probandenversuche zur Überrollbarkeit von Schwellen mit einfacher Geometrie

	Schwellen einfacher Geometrie																		
	0	E10	E20	E30	R1060	R1080	R10100	R2060	R2080	R20100	R3060	R3080	R30100	S10-0	S10-5	S20-0	S20-5	S30-0	S30-5
Rollstuhlnutzer																			
Messungen ift																			
P1	++	0	-	--	+	+	++	-	-	0	-	-	-	+	+	+	0	0	0
P2	++	0	--	--	+	+	++	-	0	0	-	-	-	+	+	+	0	0	0
P3	++	-	--	--	0	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	0	0
P4	++	+	-	-	+	+	++	0	0	0	-	-	0	+	+	+	+	-	-
Messungen Caritas																			
P5		0	-				++	+						++	0				
P6							++	++						++	++				
P7								+						+	-				
P8							+	+						+	+				
Messungen Wendelstein																			
P9		+	-				++	++							++				
P10																			
P11		+	--				++	++							++				
P12		0	-				+	++						0	0				
P13		0	--				0	0						+	0				
P14		+	-				++	++						+	+				
P15		+	--				+	+						+	+				
Mittelwert	++	0	-	--	+	+	++	-	-	0	-	-	-	+	+	+	0	0	0
Rollatornutzer																			
Messungen ift																			
P16	++	0	--	--	+	+	+	--	--	--	--	--	--	+	0	--	--	--	--
P17	++	-	--	--	0	0	+	--	--	--	--	--	--	+	+	0	0	-	-
Messungen Caritas																			
P18			0				++	++						++	++				
P19							++	++						++	+				
Messungen Wendelstein																			
P20		0	-																
P21		+	0				++	++						++	+				
P22		0	--				+	++						++					
P23		-	--				+	++											
P24		0	-				+	+						+	+				
P25		0	-				++	++						+	+				
P26		0	--				+	+						+	+				
P27		+	--				++	++						+	+				
Mittelwert	++	0	--	--	0	+	++	--	--	--	--	--	--	+	+	-	-	--	--



Alle Probanden bewerten die Überrollbarkeit der ungestörten Ebene als sehr gut. Im Vergleich der Schwellentypen werden die runden Schwellen mit 10 mm Schwellenhöhe sowie die angeschrägten Schwellen mit 10 mm Schwellenhöhe als am besten überrollbar beurteilt. Ab einer Schwellenhöhe von 20 mm werden von Rollstuhlfahrern nur noch eine sehr breite runde Schwelle (R20100) sowie die angeschrägten Schwellen als überwiegend gut oder annehmbar überrollbar beschrieben. Lediglich ein Proband mit Rollator beurteilt eine 20 mm hohe, angeschrägte Schwelle noch als „annehmbaar“. Alle übrigen Schwellenausführungen mit mindestens 20 mm Schwellenhöhe werden unabhängig von der Formgebung von Probanden mit Rollator als schlecht oder sehr schlecht überrollbar bewertet.

E - Eckige Schwellen

- Bei den eckigen Schwellen wird die Überrollbarkeit sowohl von Rollstuhl- als auch von Rollatornutzern mit zunehmender Schwellenhöhe als zunehmend schlechter eingestuft. Die 10 mm hohe Schwelle E10 erhält von fünf von elf Rollstuhlfahrern ein „gut“ und von weiteren fünf ein „annehmbaar“, im Mittel wird die Schwelle mit annehmbar beurteilt. Dieser Bewertung folgen auch sechs von zehn Probanden mit Rollator.
- Die 20 mm hohe Schwelle E20 wird bei elf rollstuhlfahrenden Probanden von sechs als schlecht und von weiteren fünf als sehr schlecht beurteilt. Von elf rollatornutzenden Probanden vergeben hier sechs ein „sehr schlecht“.
- Für die Schwelle E30 überwiegt bei Rollstuhl- und Rollatornutzern deutlich die Beurteilung „sehr schlecht“.
- Bei den eckigen Schwellen lässt sich beobachten, dass Rollatornutzer Schwellen hinsichtlich ihrer Überrollbarkeit tendenziell schlechter beurteilen als Rollstuhlnutzer.

R - Runde Schwellen

- Bei den runden Schwellen lässt sich bei den Rollstuhlnutzern bis zu einer Schwellenhöhe von 20 mm beobachten, dass Schwellen gleicher Schwellenhöhe mit zunehmender Schwellenbreite als zunehmend besser beurteilt werden. Auch werden die 20 mm hohen Schwellen insgesamt als schlechter überrollbar beurteilt als die 10 mm hohen Schwellen. Die 30 mm hohen runden Schwellen R30 werden mit einer Ausnahme bei R30100 von allen Rollstuhlfahrern mit schlecht überrollbar bewertet.
- Auch die Rollatornutzer empfinden eine zunehmende Schwellenbreite bei gleicher Schwellenhöhe als zunehmend besser überrollbar. Allerdings gilt dies nur bei den 10 mm hohen Schwellen. Alle anderen runden Schwellen werden gleichbleibend als sehr schlecht beurteilt.
- Auch bei den runden Schwellen beurteilen Rollstuhlfahrer die Schwellen tendenziell positiver als Rollatornutzer.

S - Schräge Schwellen

- Die schrägen Schwellen werden, von Rollstuhlnutzern tendenziell und von Rollatornutzern deutlich, bei zunehmender Schwellenhöhe als zunehmend schlechter überrollbar bewertet.
- Erneut sind die Rollatornutzer hinsichtlich der Überrollbarkeit der Schwellen in der Tendenz kritischer als die Rollstuhlnutzer.
- Für jede Schwellenhöhe wurde eine Schwelle mit einer durchlaufenden Schräge ausgeführt (Bezeichnung -0) und eine Schwelle mit einem 5 mm hohen Absatz auf den die Schräge folgte (Bezeichnung -5). Wie sich dieser Absatz auf die Überrollbarkeit auswirkt, kann aus den Beurteilungen der Probanden nicht klar abgeleitet werden.

Reale Schwellengeometrie

Ergebnisse der Probandenversuche zur Überrollbarkeit von Schwellen mit realer Geometrie zeigt Tabelle 45.

Tabelle 45 Ergebnisse der Probandenversuche zur Überrollbarkeit von Schwellen mit komplexer Geometrie

	Schwellen komplexer Geometrie												
	A1	B1	J1	J2	K1	L1=J2	L2=J2	M1	M2=K2	P1	P2	R1	R2
Rollstuhlnutzer													
Messung ift													
P1					0	++	++	0	+	+	0	-	0
P2					0	++	++	0	+	0	0	0	0
P3					0	++	++	-	0	0	0	-	0
P4					0	++	++	-	+	0	-	-	0
Messung Wendelstein													
P9	0	+	++							+			
P10	+	+	+	0						+			
P11	+	+								0			
P12	+	+	-	+						0			
P13	-	0	--	0						--			
P14	0	0	-	0						+	+		
P15	0	0	0	+						-	-		
Mittelwert	0	+	-	0	0	++	++	-	+	0	0	-	0
Rollatornutzer													
Messungen ift													
P16					-	++	++	--	-	--	--	--	--
P17					-	++	++	--	-	0	-	--	--
Messung Wendelstein													
P20	+	0	++							0			
P21	+	+		++						+			
P22	+	0		+						0			
P23	0			+						0	0		
P24	+	+	+	++						-			
P25	+	0	0	++						-			
P26	0	0	0	+						+	+		
P27	+	+	0	+						+	+		
Mittelwert	+	0	0	+	-	++	++	--	-	0	-	--	--



dete 5 mm hohe Laufschiene für das Überrollen notwendig ist, wurde von einer anderen Probandengruppe mit Rollstuhl ausschließlich mit „sehr gut“ bewertet. Hinsichtlich einer späteren Klasseneinteilung wird diese Beobachtung berücksichtigt und die Überrollbarkeit der Schwelle J2 mit „sehr gut“ bewertet werden.

Sehr gemischte Beurteilungen wurden von Rollstuhl- und Rollatornutzern auch zur Schwelle P1 abgegeben. Hier reicht das Spektrum jeweils von „gut“ bis „sehr schlecht“. Die Schwelle P1 ist gekennzeichnet durch einen 11 mm hohen abgerundeten Absatz dem direkt eine steilere Schräge angeschlossen ist, die auf einer Schwellenhöhe von 20 mm endet.

Die Schwellen M1 und R1 wurden von Rollstuhlnutzern als „schlecht“ und von Rollatornutzern als sehr schlecht überrollbar bewertet. Besonders diese aber auch einige weitere Schwellen wurden tendenziell von Rollatornutzern negativer beurteilt.

4.5.7 Gegenüberstellung von Labor- und Probandenversuchen

Die Überrollversuche mit dem vorgestellten Rollwagen sollen zu einem reproduzierbaren Bewertungsverfahren für die Überrollbarkeit von Schwellen weiterentwickelt werden. Die Ergebnisse der Probandenversuche wurden daher verwendet, um sie mit den Ergebnissen der Überrollversuche im Labor mit dem Rollwagen zu vergleichen. Es sollte also z. B. festgestellt werden, ob geringe gemessene Kräfte im Überrollversuch auch zu guten Bewertungen im Probandenversuch führen. Eine gute Korrelation der subjektiven mit den objektiven Ergebnissen ist dabei Grundvoraussetzung für die spätere Einsetzbarkeit eines solchen Bewertungsverfahrens.

Einfache Schwellengeometrie

Die Gegenüberstellung der objektiven und subjektiven Ergebnisse der Überrollversuche zeigt Tabelle 46. Zunächst wurden die Schwellen nach den bei den Überrollversuchen mit dem 40 kg Rollwagen gemessenen Kräften in absteigender Reihenfolge geordnet. Dann wurden die Bewertungen aus den Probandenversuchen als mittleres Votum den Schwellen zugeordnet. Anhand der mittleren Bewertung der Rollstuhlnutzer konnte eine Einteilung in Klassen der Überrollbarkeit vorgenommen werden, die sich für die Klassengrenzen an den Ergebnissen der Kraftmessungen orientiert. Aufgrund dieser „Doppelbewertung“ der Überrollbarkeit kommt es im Hinblick auf die gemessenen Kräfte teils zu sehr weichen Übergängen zwischen den vorgeschlagenen Klassen. So wurde zum Überrollen der Schwelle S10-5 und S10-0 eine Kraft von jeweils 182 N ermittelt und die Schwellen damit der Klasse 2 zugeordnet. Die Schwelle E10 jedoch fällt mit einer gemittelten Kraft von 186 N aufgrund der schlechteren Probandenbewertung schon in die Klasse 3. Ähnlich verhält es sich beim Übergang von Klasse 1 zu Klasse 2.

Bei der Auswertung der Einzelbewertungen der Probandenversuche wurde festgestellt, dass Rollatornutzer die Überrollbarkeit von Schwellen tendenziell schlechter bewerten als Rollstuhlnutzer. Diese Beobachtung kommt bei der Verwendung des mittleren Votums lediglich bei den Schwellen der Klasse 3 und 4 zum Ausdruck. Bei der Auswahl von Schwellen wird daher für Rollstuhlnutzer mindestens die Klasse 3 und für Rollatornutzer mindestens die Klasse 2 empfohlen.

Es sei an dieser Stelle ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die in Tabelle 46 vorgeschlagenen Klassen der Überrollbarkeit den Sachstand zum Projektende widerspiegeln. Zur Festlegung der finalen Klasseneinteilung sollen noch weitere Probandenversuche durchgeführt werden; insbesondere zur Klärung der Fragestellung ob die vorgeschlagene Klasse 1 einer weiteren Unterteilung bedarf (siehe hierzu die Auswertung zu Tabelle 47). Außerdem soll die Reihenfolge der Klassen umgedreht werden. Die Klasse 1 wird hinsichtlich der Überrollbarkeit die schlechteste Klasse kennzeichnen, die Klasse mit der höchsten Ziffer wird die beste Überrollbarkeit kennzeichnen. Auch in anderen Normen wie z.B. der EN 12207 werden bessere Eigenschaften durch höhere Klassen repräsentiert.

Tabelle 46 Gegenüberstellung der subjektiven und objektiven Überrollversuche an Schwellen einfacher Geometrie. Die subjektiven Bewertungen stellen jeweils das mittlere Votum aller Probanden dar. Die Klassen wurden anhand der Bewertungen der Rollstuhlnutzer bestimmt und die Klassengrenzen in N anhand der Ergebnisse der zugehörigen Kraftmessungen bestimmt.

Schwellen-typ	Rollwagen 40 kg Kraft zum Überrollen der Schwelle in N	Vorschlag zu Klassen der Überrollbarkeit	Bewertung Rollstuhlnutzer	Bewertung Rollatornutzer
E30	479	Klasse 5 > 230 N	nicht möglich	nicht möglich
R3060	386		schlecht	nicht möglich
R3080	363		schlecht	nicht möglich
E20	322		schlecht	nicht möglich
R30100	307		schlecht	nicht möglich
R2060	260		schlecht	nicht möglich
R2080	257		schlecht	nicht möglich
R20100	229	Klasse 4 ≤ 230 N	annehmbar	nicht möglich
S30-5	219		annehmbar	nicht möglich
S30-0	215		annehmbar	nicht möglich
S20-0	211		gut	schlecht
S20-5	209		annehmbar	schlecht
E10	186	Klasse 3 ≤ 190 N	annehmbar	annehmbar
S10-5	182		gut	gut
S10-0	182		gut	gut
R1060	154		gut	annehmbar

Schwellen- typ	Rollwagen 40 kg Kraft zum Überrollen der Schwelle in N	Vorschlag zu Klassen der Überrollbarkeit	Bewertung Rollstuhlnutzer	Bewertung Rollatornutzer
R1080	139	Klasse 2 ≤ 140 N	gut	gut
R10100	133		sehr gut	sehr gut
0	17	Klasse 1 ≤ 90 N	sehr gut	sehr gut

Reale Schwelligeometrie

Die Gegenüberstellung der objektiven und subjektiven Ergebnisse der Überrollversuche zeigt Tabelle 47. Zunächst wurden ebenfalls die mit dem 40 kg Rollwagen gemessenen Kräften in absteigender Reihenfolge geordnet. Dann wurden die Bewertungen aus den Probandenversuchen als mittleres Votum den Schwellen zugeordnet. Die Klassen der Überrollbarkeit, die bei den Schwellen einfacher Geometrie bestimmt wurden, wurden für die komplexen Schwellen übernommen.

Die meisten Schwellen komplexer Geometrie fallen aufgrund der Ergebnisse der Kraftmessung in die Überrollbarkeitsklasse 5. Die Schwellenprofile, die in der Überrollrichtung 2 mit der rechteckigen E20 Schwelle einfacher Geometrie übereinstimmen, wurden nicht von den Probanden beurteilt. Hier wurden die Bewertungen der Schwelle E20 verwendet.

Auch die Schwellen J2, L2, N2 und L1 haben die gleiche maßgebliche Schwelleneigenschaft hinsichtlich der Überrollbarkeit, eine abgerundete 5 mm hohe Laufschiene. Wie in der Auswertung der Probandenversuche erläutert, wurde die Bewertung der Schwelle J2 durch die Probanden mit Rollstuhl angepasst. Statt der ursprünglichen Bewertung „annehmbar“ wurde die Bewertung „sehr gut“ des vergleichbaren L Profils übernommen und durch Klammern gekennzeichnet. Für die Schwelle N2 wurde die Bewertung „sehr gut“ ebenfalls übernommen. In der Klasse 2 zeigt sich erneut die durch Rollatornutzer schlechtere Beurteilung der Schwellen im Vergleich zu den Rollstuhlfahrern.

Den Klassen 3 und 4 können nur jeweils zwei Schwellen zugeordnet werden, diese liegen jeweils im oberen Bereich der Klasse. Während die Schwellen der Klasse 2 von den Rollstuhlnutzern teils als „gut“ und teils als „annehmbar“ bewertet wurden, wurden die Schwellen der Klasse 3 mit „annehmbar“ bewertet.

Auch die Schwelle K1 wurde von den Rollstuhlnutzern als „annehmbar“ bewertet. Das Ergebnis der Kraftmessung überschreitet die vorgeschlagene Klassengrenze jedoch deutlich. Gegen eine Erweiterung der Klasse 3 bis etwa 250 N sprach, dass bei den Schwellen einfacher Geometrie etwa 250 N für das Überrollen der Schwelle R2080 aufgebracht werden musste und diese der Klasse 5 zugesprochen wurde.

In der Klasse 4 wird erneut eine tendenziell schlechtere Bewertung der Überrollbarkeit durch Rollatornutzer gegenüber der Bewertung durch Rollstuhlnutzer beobachtet. Bei der Auswahl von Schwellen wird daher ebenfalls für Rollstuhlnutzer mindestens die Klasse 4 und für Rollatornutzer mindestens die Klasse 3 empfohlen.

Die gegen Projektende untersuchten Schwellen S, T und U werden aufgrund ihrer sehr guten Überrollbarkeit mit Messwerten von maximal 90 N in die Klasse 1 eingeordnet.

Es sei hier nochmals erwähnt, dass die in Tabelle 46 und Tabelle 47 vorgeschlagenen Klassen der Überrollbarkeit den Sachstand zum Projektende widerspiegeln. Zur Festlegung der finalen Klasseneinteilung sollen noch weitere Probandenversuche durchgeführt werden; insbesondere zur Klärung der Fragestellung, ob die vorgeschlagene Klasse 1 einer weiteren Unterteilung bedarf. Außerdem wird die Reihenfolge der Klassen umgedreht werden. Die Klasse 1 wird hinsichtlich der Überrollbarkeit die schlechteste Klasse kennzeichnen, die Klasse mit der höchsten Ziffer wird die beste Überrollbarkeit kennzeichnen.

Tabelle 47 Gegenüberstellung der subjektiven und objektiven Überrollversuche an Schwellen komplexer Geometrie. Die subjektiven Bewertungen stellen jeweils das mittlere Votum aller Probanden dar. Die Klassen wurden von der Betrachtung der Schwellen einfacher Geometrie übernommen.

Schwellen-typ	Rollwagen 40 kg Kraft zum Überrollen der Schwelle in N	Vorschlag zu Klassen der Überrollbarkeit	Bewertung Rollstuhlnutzer	Bewertung Rollatornutzer
A2=E20	322	Klasse 5 > 230 N	nicht möglich (anhand der Bewertung von E20)	nicht möglich (anhand der Bewertung von E20)
B2=E20	322			
C2=E20	322			
D2=E20	322			
E2=E20	322			
F2=E20	322			
G2=E20	322			
H2=E20	322			
I2=E20	322			
J1	281			
M2=K2	281	gut	schlecht	
R1	266	schlecht	nicht möglich	
M1	262	schlecht	nicht möglich	
K1	251	annehmbar	schlecht	
R2	243	annehmbar	nicht möglich	
P2	227	Klasse 4 ≤ 230 N	annehmbar	schlecht
P1	226		annehmbar	annehmbar

Schwellen-typ	Rollwagen 40 kg Kraft zum Überrollen der Schwelle in N	Vorschlag zu Klassen der Überrollbarkeit	Bewertung Rollstuhlnutzer	Bewertung Rollatornutzer
B1	185	Klasse 3 ≤ 190 N	gut	annehmbar
A1	173		annehmbar	gut
J2	105	Klasse 2 ≤ 140 N	(sehr gut)	gut
L2=J2	105		sehr gut	gut
N2=J2	105		sehr gut	gut
L1=J2	102		sehr gut	gut
		Klasse 1 ≤ 90 N		

In der Realität wird jede Schwelle in beide Richtungen überrollt. Daher ist für die Klassifizierung nur der höhere Wert aus den beiden Überrollrichtungen ausschlaggebend. In Tabelle 48 ist für die untersuchten realen Schwellen die sich ergebende Klassifizierung dargestellt.

Tabelle 48 Klassen der Überrollbarkeit der realen Schwellen

Schwelle	Klassifizierung der Überrollbarkeit
A	Klasse 5 > 230 N
B	
C	
D	
E	
F	
G	
H	
I	
J	
K	
M	
O	
Q	
N	
R1	
P	Klasse 4 ≤ 230 N

	Klasse 3 $\leq 190 \text{ N}$
L	Klasse 2 $\leq 140 \text{ N}$
T	Klasse 1 $\leq 90 \text{ N}$
S	
U	



5 Zusammenfassung

Viele Menschen sind aufgrund verschiedenster körperlicher und geistiger Einschränkungen auf eine barrierefreie Umwelt angewiesen. In den deutschen Normen zum barrierefreien Bauen DIN 18040 Teil 1 und 2 werden die Schutzziele Erkennbarkeit, Erreichbarkeit, Bedienbarkeit und Passierbarkeit definiert. Um diese Ziele zu erreichen sind Planungsgrundsätze gegeben. Bei Fenstern und Türen stehen diesen Planungsgrundsätzen wie z. B. Schwellenlosigkeit, niedrige Bedienkräfte etc. jedoch zahlreiche Leistungseigenschaften wie z. B. Schlagregendichtheit, Luftdurchlässigkeit, Einbruchhemmung teils konträr gegenüber. Statt die Planungsgrundsätze stur zu befolgen sollen in diesem Forschungsprojekt Anforderungsprofile an Fenster und Türen gestellt werden, damit dem tatsächlichen Bedarf der späteren Nutzergruppe besser entsprochen werden kann.

Um den Status Quo zum barrierefreien Bauen in Deutschland festzustellen wurde eine breite Analyse der einschlägigen Literatur durchgeführt, die Regelungen, Empfehlungen, Förderprogramme und Forschungsprojekte sowie eine Produktrecherche umfasst. Die typischen Einschränkungen verschiedener Nutzergruppen wurden dargestellt und davon spezifische Bedürfnisse abgeleitet. Diese wurden den Schutzzielen zugeordnet und anhand baulicher Anforderungen für Fenster und Türen konkretisiert. Im Ergebnis der Recherche zeigte sich, dass zur Umsetzung der Barrierefreiheit mit Fenstern und Türen über die normativen Vorgaben hinaus nur wenige Hinweise existieren. Statt Alternativen aufzuzeigen, wird tendenziell auf kraftbetätigte Elemente verwiesen. Anhand der erstellten Anforderungsprofile wird der Planer in die Lage versetzt den tatsächlichen Bedarf der Nutzergruppen besser zu erkennen und diesem mit Anforderungen an Fenster und Türen entgegenzukommen.

Praxisuntersuchungen sollten zeigen wie die Barrierefreiheit mit Fenstern und Türen in Einrichtungen für Senioren umgesetzt ist und ob die normativen Vorgaben den tatsächlichen Bedarf widerspiegeln. Die Probanden wurden einerseits zu Barrieren in ihrem Wohnumfeld befragt. Andererseits wurde, mit einem speziell entwickelten Bedienkraftsimulator ermittelt, welche Bedienkräfte die Probanden aufbringen können. Die Befragungen zeigten, dass Dreh-Kipp Fenstertüren häufig aufgrund zu hoher Bedienkräfte nicht oder nicht voll umfänglich bedienbar waren. Auch einige Schwellen wurden hinsichtlich der Passierbarkeit bemängelt. Die Grenzwerte für Bedienkräfte von fingerbetätigten und handbetätigten Beschlügen erwiesen sich in der Praxis als zu hoch, während sich die Grenzwerte für die Linearbewegung als akzeptabel zeigten. Bei einer angeschlossenen Untersuchung konnten mit einfachen Servicearbeiten an den bemängelten Fenstertüren deutliche Verbesserungen der Bedienbarkeit erreicht werden.

In der Projektgruppe wurden Bedienkräfte und Schwellen als besonders relevante Themen hinsichtlich der Barrierefreiheit mit Fenstern und Türen identifiziert. Untersucht wurde, wie sich Bedienkräfte im Lebenszyklus eines Elementes verändern und welche Wechselwirkungen zwischen niedrigen Bedienkräften und weiteren Leistungseigenschaften bestehen. Umfangreiche Bedienkraftmessungen an Fenstern, unter anderem mit Zusatzbeschlügen wurden durchgeführt, um zu zeigen, ob damit die normativen Vorgaben zu niedrigen Bedi-

enkräften erreicht werden können. Es zeigt sich, dass die Bedienkräfte über den Anpressdruck in direkter Wechselwirkung mit der Luftdichtigkeit und dem Widerstand gegen Schlagregen stehen. Verschiedene Zusatzbeschläge können bei Fenstern eine Alternative zum Kippöffnen und –schließen bieten oder dieses so erleichtern, dass die normativen Anforderungen an geringe Bedienkräfte erreicht werden können. Kritisch bleibt dabei die Bedienart Kipp bei Fenstertüren. Doch auch hier können Zusatzbeschläge die Bedienkraft insbesondere für das Kippschließen deutlich reduzieren.

In Deutschland ist die Schwellenhöhe alleiniges Kriterium für eine barrierefreie Passierbarkeit, dabei ist die Überrollbarkeit gerade für Nutzer von Rollstühlen und Rollatoren wesentlicher. Um Schwellen hinsichtlich ihrer Überrollbarkeit objektiv beurteilen zu können, wurden umfangreiche Versuche durchgeführt. Es wurde ein Bewertungsverfahren entwickelt und diese hieraus erzielten objektiven Ergebnisse mit Probandenversuchen verglichen. Rollstuhlfahrer bewerteten dabei die Überrollbarkeit tendenziell positiver als Rollatornutzer. Das Verfahren soll nach Projektabschluss in eine Richtlinie zur Ermittlung und Klassifizierung der Überrollbarkeit von Schwellen überführt werden.

Alle Erkenntnisse des Forschungsprojektes fließen in die Erstellung einer Richtlinie mit dem Titel „Einsatzempfehlungen zur Umsetzung der Barrierefreiheit mit Fenstern und Türen im Wohnungsbau“ ein.

Die Normen zur Prüfung und Klassifizierung der Bedienkräfte von Fenstern und Türen bedürften einer Überarbeitung bzw. einer eigenständigen Norm, insbesondere bzgl. der Schutzziele zur Barrierefreiheit. In die DIN 18040 sollte die Forderung nach einer guten Überrollbarkeit von Schwellen aufgenommen werden.

6 Danksagung

Das diesem Bericht zugrunde liegende Forschungsvorhaben wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumordnung gefördert (Kennzeichen SWD-10.08.18.7-15.08).

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichts liegt bei den Autoren.

Besonderer Dank gilt den folgenden Industriepartnern, die das Forschungsvorhaben mit Finanzmitteln, Probekörpern sowie Expertise unterstützt haben:

	Athmer OHG			Schüco International KG
	Forster Profilsysteme AG			Siegenia-Aubi KG
	Gretsch-Unitas GmbH Baubeschläge			VEKA AG
	Hautau GmbH			Aug. Winkhaus GmbH & Co. KG
	heroyal - Johann Henkenhohann GmbH & Co. KG			Sapa Building Systems GmbH
	Rehau AG + Co			

Bedanken möchten wir uns auch bei der projektbegleitenden Arbeitsgruppe:

- Prof. Lothar Marx
TU München; Lehrveranstaltung: Bauen für alte und behinderte Menschen
- Stephan Mayer
CaraVita Pflegemanagement Beratung GmbH

Besonderer Dank gilt außerdem folgenden Einrichtungen, bei denen Versuche zur Überrollbarkeit von Schwellen mit Probanden durchgeführt werden konnten.

- Caritas Ambulante Hilfen für Menschen mit Behinderung, Rosenheim
- Caritas Wendelstein Werkstätten, Raubling

7 Literaturverzeichnis

- [1] *Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland in der im Bundesgesetzblatt Teil III, Gliederungsnummer 100-1, veröffentlichten bereinigten Fassung.*, Zuletzt geändert durch Art. 1 G v. 13.7.2017 I 2347.
- [2] *Verfassung des Freistaates Bayern in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Dezember 1998 (GVBl. S. 991, 992, BayRS 100-1-I).*, Zuletzt geändert durch Gesetze vom 11. November 2013 (GVBl. S. 638, 639, 640, 641, 642) .
- [3] *Behindertengleichstellungsgesetz vom 27. April 2002 (BGBl. I S. 1467, 1468)*, Zuletzt geändert durch Artikel 19 Absatz 2 des Gesetzes vom 23. Dezember 2016 (BGBl. I S. 3234).
- [4] *Gesetz zu dem Übereinkommen der Vereinten Nationen vom 13. Dezember 2006 über die Rechte von Menschen mit Behinderungen*, Vom 21. Dezember 2008.
- [5] *Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des europäischen Parlamentes und des Rates zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates*, Vom 9. März 2011.
- [6] *Musterbauordnung (MBO) Fassung November 2002*, Zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 13.05.2016.
- [7] *Bayerische Bauordnung (BayBO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. August 2007 (GVBl. S. 588, BayRS 2132-1-I)*, Zuletzt geändert durch § 2 des Gesetzes vom 12. Juli 2017 (GVBl. S 375).
- [8] *Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB)*, Ausgabe 2017/1 vom 31. August 2017 mit Druckfehlerkorrektur vom 11. Dezember 2017.
- [9] *Vollzug des Art. 3 Abs. 2 Satz 1 der Bayerischen Bauordnung (BayBO); Liste der als Technische Baubestimmungen eingeführten technischen Regeln*, Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums des Innern, für Bau und Verkehr vom 26. November 2014.
- [10] „Leitfaden Barrierefreies Bauen. Hinweise zum inklusiven Planen von Baumaßnahmen des Bundes,“ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), Berlin, 4. Auflage, Dezember 2016.
- [11] DIN 18040-1:2010-10, „Barrierefreies Bauen - Planungsgrundlagen - Teil 1: Öffentlich zugängliche Gebäude,“ Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2010.
- [12] DIN 18040-2:2011-09, „Barrierefreies Bauen - Planungsgrundlagen - Teil 2: Wohnungen,“ Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2011.
- [13] DIN 18040-3:2014-12, „Barrierefreies Bauen - Planungsgrundlagen - Teil 3: Öffentlicher Verkehrs- und Freiraum,“ Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2014.
- [14] DIN 32975:2009-12, „Gestaltung visueller Informationen im öffentlichen Raum zur barrierefreien Nutzung,“ Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2009.
- [15] DIN EN 14351-1:2016-12, „Fenster und Türen – Produktnorm, Leistungseigenschaften – Teil 1: Fenster und Außentüren,“ Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2016.
- [16] Austrian Standards International, „Barrierefreiheit: Alle Türen müssen nun leicht bedienbar sein,“ [Online]. Available: <https://www.austrian-standards.at/newsroom/meldungen/detailseite/detail/barrierefreiheit-alle-tueren-muessen-nun-leicht-bedienebar-sein/>. [Zugriff am 13.04.2018].
- [17] Entwurf ÖNORM B 1600:2013-05-01, „Barrierefreies Bauen - Planungsgrundlagen,“ Österreichisches Normungsinstitut (ON), Wien, 2013.
- [18] G. Loeschke und D. Pourat, „Leitfaden barrierefreies Bauen - Umsetzung der neuen Normen. Endbericht zum Forschungsvorhaben 10.08.17.7-08.27,“

- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), 2009.
- [19] „Technische Regel für Arbeitsstätten ASR V3a.2. - Barrierefreie Gestaltung von Arbeitsstätten,“ Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Gemeinsames Ministerialblatt (GMBI), Ausgabe August 2012 zuletzt geändert GMBI 2017.
- [20] „ASR A1.5/1,2 Technische Regeln für Arbeitsstätten - Fußböden,“ Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Gemeinsames Ministerialblatt (GMBI), 2013, zuletzt geändert GMBI 2017.
- [21] Fischer, Hugo et al., „Vermeiden von Unfällen durch Stolpern, Umknicken und Fehltreten. Abschlussbericht zum Forschungsprojekt - Projekt F 1641,“ Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund/Berlin/Dresden, 2008.
- [22] G. Loeschke, D. Pourat und L. Marx, Barrierefreies Bauen - Band 2 - Kommentar zu DIN 18040-2, Berlin/Wien/Zürich: Beuth Verlag Berlin GmbH, 2012.
- [23] KfW, „Barrierearm und altersgerecht umbauen mit der KfW,“ [Online]. Available: <https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestandsimmobilien/Barrierereduzierung/>. [Zugriff am 16 04 2018].
- [24] KfW, „Anlage zu den Merkblättern Energieeffizient Sanieren - Kredit und Investitionszuschuss,“ [Online]. Available: [https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Foerderprogramme-\(Inlandsfoerderung\)/PDF-Dokumente/6000003612_M_151_152_430_Anlage_TMA_2018_04.pdf](https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Foerderprogramme-(Inlandsfoerderung)/PDF-Dokumente/6000003612_M_151_152_430_Anlage_TMA_2018_04.pdf). [Zugriff am 17 04 2018].
- [25] KfW, „Altersgerecht Umbauen - Kredit 159 - Anlage zum Merkblatt Altersgerecht Umbauen - Technische Mindestanforderungen und förderfähige Maßnahmen,“ [Online]. Available: [https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Foerderprogramme-\(Inlandsfoerderung\)/PDF-Dokumente/6000003991_M_159_AU_Anlage_TMA_ff_Maßnahmen.pdf](https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Foerderprogramme-(Inlandsfoerderung)/PDF-Dokumente/6000003991_M_159_AU_Anlage_TMA_ff_Maßnahmen.pdf). [Zugriff am 17 04 2018].
- [26] „Bayerisches Staatsministerium des Innern und für Integration; "Förderung von barrierefreiem Wohnen",“ [Online]. Available: <https://www.stmi.bayern.de/buw/wohnen/foerderung/barrierefreieswohnen/index.php>. [Zugriff am 16 04 2018].
- [27] H. Biermann und H. Weißmantel, „SENSI-Katalog Biermann/Weißmantel - Benutzerfreundliches und seniorengerechtes Design,“ Institut für elektromechanische Konstruktionen, TU Darmstadt, <http://www.emk.tu-darmstadt.de/~weissmantel/sensi/sensi.html>, letzter Zugriff am 17.04.2018, 2003.
- [28] Destatis, „Staat & Gesellschaft - Behinderte Menschen - Statistisches Bundesamt (Destatis),“ [Online]. Available: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Gesundheit/Behinderte/BehinderteMenschen.html>. [Zugriff am 15 12 2017].
- [29] DIN EN 14351-1:2016-12, „Fenster und Türen - Produktnorm, Leistungseigenschaften - Teil 1: Fenster und Außentüren,“ Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2016.
- [30] DIN EN 12210:2016-09, „Fenster und Türen - Widerstandsfähigkeit bei Windlast - Klassifizierung,“ Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2016.
- [31] „Technische Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen (TRLV),“ Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin, 2006.
- [32] DIN 1055-4:2005-03, „Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 4: Windlasten,“ Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2005.
- [33] DIN EN 12046-2:2000-12, „Bedienungskräfte - Prüfverfahren. Teil 2: Fenster,“ Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2000.



- [34] DIN EN 12046-1:2004-04, „Bedienungskräfte - Prüfverfahren. Teil 2: Türen,“ Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2004.
- [35] DIN EN 12217:2015-07, „Türen - Bedienungskräfte - Anforderungen und Klassifizierung,“ Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2015.
- [36] DIN EN 13115:2001-11, „Fenster - Klassifizierung mechanischer Eigenschaften - Vertikallasten, Verwindung und Bedienkräfte,“ Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2001.
- [37] ift-Richtlinie FE-13/1, *Eignung von Kunststofffensterprofilen - Prüfung und Klassifizierung*, ift Rosenheim GmbH, April 2011.
- [38] DIN EN 13420:2011-07, „Fenster – Differenzklima – Prüfverfahren,“ Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2011.
- [39] DIN EN 12217:2004-05, „Türen - Bedienungskräfte - Anforderungen und Klassifizierung,“ Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2004.
- [40] DIN EN 1121:2000-09, „Türen - Verhalten zwischen zwei unterschiedlichen Klimaten - Prüfverfahren,“ Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2000.
- [41] D. Boenke, H. Grossmann und A. Piazzolla, „Bordsteinkanten mit einheitlicher Bordhöhe und Bodenindikatoren an Überquerungsstellen Heft V242,“ Bundesanstalt für Straßenwesen, Oktober 2014.



ift Rosenheim
Theodor-Gietl-Straße 7-9
83026 Rosenheim

Tel.: +49 (0) 80 31 / 261-0
Fax: +49 (0) 80 31 / 261-290
E-Mail: info@ift-rosenheim.de
www.ift-rosenheim.de

© ift Rosenheim 2018