

Sicherheitsanalyse Böden

Unfallgeschehen, Einfluss- faktoren und Präventionsziele

Jolanda Vetsch, Mirjam Bächli
Bern, 2022

Forschung
2.421



Autorinnen



Jolanda Vetsch

Wissenschaftliche Mitarbeiterin Forschung, BFU,
j.vetsch@bfu.ch

Dr. sc. ETH Zürich; Studium der Bewegungswissenschaften und Sport mit Schwerpunkt Biomechanik an der ETH Zürich. Seit 2021 bei der BFU. Schwerpunkte: Unfallforschung Haus und Sport mit Fokus auf Böden, Infrastruktur, Produkte und Wassersport/Ertrinken.



Mirjam Bächli

Wissenschaftliche Mitarbeiterin Forschung, BFU,
m.baechli@bfu.ch

Dr. sc. nat.; Studium der Geographie an der Universität Zürich. Seit 2017 bei der BFU. Schwerpunkte: Unfallforschung Haus und Freizeit mit Fokus auf bauliche Sicherheit, Stürze und Kinder.

Sicherheitsanalyse Böden

Unfallgeschehen, Einfluss- faktoren und Präventionsziele

Inhalt

I. Abstract / Résumé / Compendio / Abstract	5	V. Einflussfaktoren	44
1. Sicherheitsanalyse Böden: Unfallgeschehen, Einflussfaktoren und Präventionsziele	5	1. Methodik	44
2. Analyse de la sécurité des sols: accidentalité, facteurs d'influence et objectifs de prévention	7	2. Proximale Einflussfaktoren	46
3. Analisi della sicurezza delle pavimentazioni: infortuni, fattori di influenza e obiettivi di prevenzione	9	2.1 Natur und Umwelt	46
4. Safety analysis of flooring and ground surfaces: accident occurrence, influencing factors and prevention goals	11	2.2 Ausrüstung und Hilfsmittel	50
		2.3 Mensch	52
		3. Distale Einflussfaktoren	55
II. Kurzfassung / Condensé / Riassunto / Summary	12	3.1 Gesellschaft	55
1. Sicherheitsanalyse Böden: Unfallgeschehen, Einflussfaktoren und Präventionsziele	12	3.2 Regulation	56
2. Analyse de la sécurité des sols: accidentalité, facteurs d'influence et objectifs de prévention	16	3.3 Dienstleistung	59
3. Analisi della sicurezza delle pavimentazioni: infortuni, fattori di influenza e obiettivi di prevenzione	20	4. Risikobewertung	60
4. Safety analysis of flooring and ground surfaces: accident occurrence, influencing factors and prevention goals	23	5. Fazit	60
		VI. Präventionsansätze	63
III. Einleitung	26	1. Methodik	63
1. Bodenelemente und -eigenschaften	26	2. Präventionsziel 1: Neu verlegte Böden sind sicher, funktionell und nutzerfreundlich	63
2. Systemansatz	31	3. Präventionsziel 2: Bauliche Defizite bei bestehenden Bodenbelägen werden behoben	66
IV. Unfallgeschehen	33	4. Präventionsziel 3: Die Instandhaltung von Böden wird sichergestellt	68
1. Datengrundlagen	33	5. Präventionsziel 4: Der altersbedingten Entwicklung der Menschen wird Rechnung getragen	70
2. Methodik	33	6. Präventionsziel 5: Menschen tragen gleitfestes, der Situation angepasstes Schuhwerk	72
3. Gesamtunfallgeschehen	35	7. Präventionsziel 6: Wissenschaftliche Grundlagen für die Interventionsplanung werden geschaffen	73
4. Das Unfallgeschehen im Detail	38	8. Fazit	74
4.1 Sturzhergänge	38	VII. Schlussfolgerung	75
4.2 Bodenarten und Zustand	38	VIII. Anhang	77
4.3 Unfallort	40	1. Filtereigenschaften	77
4.4 Verletzungsschwere	41	2. Berechnung Kostenschätzung	77
5. Kostenschätzung	42	Quellenverzeichnis	80
6. Fazit	42	Impressum	84

I. Abstract / Résumé / Compendio / Abstract

1. Sicherheitsanalyse Böden: Unfallgeschehen, Einflussfaktoren und Präventionsziele

Ausgangslage und Ziel

Mit der Hälfte aller Verletzungen und mehr als 80 % der tödlichen Unfälle bilden Stürze den dominanten Unfallhergang im Bereich Haus und Freizeit. Jedes Jahr verletzen sich über 280 000 Personen; rund 1680 sterben aufgrund eines Sturzes. Im Vergleich zum Strassenverkehr sind dies 13-mal mehr Verletzte und mehr als das Siebenfache an Todesfällen.

Die hohe Relevanz im Rahmen des Gesamtunfallgeschehens veranschaulicht die Dringlichkeit der Sturzprävention. Der vorliegende Bericht analysiert das Unfallgeschehen von Stürzen mit ursächlicher Beteiligung von Böden in der Schweiz, zeigt die grosse Vielfalt von Einflussfaktoren auf das Sturzgeschehen auf und formuliert darauf basierend verschiedene Präventionsansätze.

Unfallgeschehen

Bei Erwachsenen im erwerbstätigen Alter ist in mindestens 20 % aller Sturzunfälle eine oder mehrere Eigenschaften des Bodenbelags ursächlich. Davon geschehen 90 % der Stürze in der Ebene. Die Bodenarten oder der Zustand, welche zu einem Sturz führen, sind winterliche Bedingungen wie Schnee und Eis, schadhafte, verschmutzte oder nasse Böden, Duschen und Badewannen sowie Trottoirränder und -mäuerchen. Zwei Drittel der Stürze mit Beteiligung von Böden ereignen sich im Freien und rund ein Viertel in Wohngebäuden. In 80 % aller Fälle führen Stürze zu leichten Verletzungen. Basierend auf den Daten des Gesamtunfallgeschehens kann davon ausgegangen werden, dass die Altersgruppe der erwerbstätigen Erwachsenen im Alter zwischen 17 und 64 Jahren sowie die älteren Erwachsenen ab 65 Jahren Risikogruppen sind. Erwerbstätige Erwachsene erleiden anteilmässig die meisten Stürze. Stürze älterer Erwachsener führen öfter zu schweren Verletzungen oder zum Tod und verursachen die höchsten Unfallkosten. In beiden Altersgruppen sind Frauen häufiger von Stürzen betroffen. Aufgrund der

demografischen Entwicklung ist anzunehmen, dass sich die Sturzproblematik bei den älteren Erwachsenen in Zukunft verschärfen wird.

Einflussfaktoren

Bei Stürzen aufgrund von unvorteilhaften Bodeneigenschaften spielt eine Vielzahl von Einflussfaktoren mit. Im vorliegenden Bericht werden verschiedene dem Unfall nahe Einflussfaktoren (proximal) und dem Unfall übergeordnete Einflussfaktoren (distal) identifiziert. Die Bestimmung der Unfallrelevanz und der Bedeutsamkeit der Einflussfaktoren wurde mithilfe von Experteneinschätzungen vorgenommen und führte zur Identifizierung von neun Hauptrisikofaktoren. Diese Hauptrisikofaktoren haben einen grossen Wirkungskreis und können das Sturzrisiko stark erhöhen.

Präventionsansätze

Für die Reduzierung des Sturzrisikos in Bezug auf Bodenbeläge bieten sich vor allem Massnahmen im Bereich der Verhältnisprävention an. Verhältnispräventive Massnahmen haben eine grössere Wirkung als Massnahmen, die auf das Verhalten von Personen abzielen. In erster Linie ist es wichtig, dass Böden sicher, funktionell und nutzerfreundlich gebaut sind und sachgemäss instandgehalten werden, damit ihre Sicherheit erhalten bleibt. Ein vielversprechendes Konzept dafür ist «Building Information Modeling» (BIM). BIM kann für die vernetzte Planung, den Bau und die Bewirtschaftung von Bauten während des gesamten Lebenszyklus eingesetzt werden. BIM erhöht die Verfügbarkeit aktueller Daten, erleichtert den Informationsaustausch und begünstigt somit zeitnahe Interventionen, wenn beispielsweise sicherheitsrelevante Aspekte übergangen werden. In zweiter Linie soll weitere Forschung betrieben werden, um Lücken in den Datengrundlagen und der Beschreibung der Gefährlichkeit und Verbreitung von Einflussfaktoren im Zusammenhang mit dem Sturzunfallgeschehen zu schliessen. Verhältnispräventive Massnahmen sollen aber auch von Massnahmen der Verhaltensprävention begleitet werden. Es gilt dabei vor allem, das Bewusstsein für die Sturzproblematik und

den Einfluss von bodenspezifischen Einflussfaktoren auf das Sturzgeschehen zu schaffen. Eine Bewertung der Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit der Präventionsansätze kann jedoch aufgrund von fehlenden Daten nicht vorgenommen werden. Basierend auf dem vorliegenden Bericht und auf verschiedenen Meinungen von Experten der BFU kann abschliessend festgehalten werden, dass nur die Kombination von verhältnis- und verhaltenspräventiven Massnahmen einen langfristigen Erfolg verspricht.

2. Analyse de la sécurité des sols: accidentalité, facteurs d'influence et objectifs de prévention

Contexte et objectif

Les chutes dominent l'accidentalité dans le domaine de l'habitat et des loisirs. En effet, environ la moitié de toutes les blessures et plus de 80 % des accidents mortels sont dus à des chutes. Chaque année, plus de 280 000 personnes se blessent et quelque 1680 décèdent suite à une chute. Ce sont treize fois plus de blessés et près de sept fois plus d'accidents mortels que dans la circulation routière.

L'importance de ces chiffres dans le cadre de l'accidentalité globale révèle l'urgence que constitue la prévention des chutes. Le présent rapport analyse l'accidentalité des chutes en Suisse avec implication causale des sols, met en évidence la grande diversité des facteurs d'influence ayant un impact sur le déroulement des chutes et formule, sur cette base, différentes approches en matière de prévention.

Accidentalité

Chez les adultes en âge de travailler, au moins 20 % des chutes sont dues à une ou plusieurs propriétés des revêtements de sol. 90 % d'entre elles se produisent de plain-pied. Les types de sol ou les circonstances qui mènent à une chute sont des conditions hivernales, telles que la neige ou le verglas, des sols souillés ou humides, des douches ou des baignoires ainsi que des bords ou des murs de trottoir. Deux tiers des chutes impliquant des sols se produisent en plein air et près d'un quart dans des immeubles d'habitation. Dans 80 % des cas, les chutes n'occasionnent que des blessures légères. Sur la base des données relatives à l'ensemble des accidents, on peut considérer que la tranche d'âge des actifs de 17 à 64 ans ainsi que les personnes âgées de 65 ans ou plus font partie des groupes à risque. Proportionnellement, les adultes actifs subissent la plupart des chutes. Lorsque des personnes âgées chutent, elles se blessent plus souvent grièvement ou mortellement, ce qui occasionne les coûts les plus élevés liés aux accidents. Dans les

deux tranches d'âge, les femmes subissent davantage de chutes. Compte tenu de l'évolution démographique, on peut s'attendre à une aggravation de la problématique des chutes chez les seniors.

Facteurs d'influence

De nombreux facteurs d'influence jouent un rôle dans les chutes dues à des propriétés défavorables des sols. Le présent rapport identifie différents facteurs d'influence proches de l'accident (d'ordre proximal) et supérieurs à l'accident (d'ordre distal). À l'aide d'estimations effectuées par des experts, l'importance de l'accidentalité et des facteurs d'influence a pu être déterminée, ce qui a permis d'identifier neuf principaux facteurs de risque. Ces derniers ont un grand champ d'action et peuvent fortement augmenter le risque de chute.

Approches préventives

Afin de réduire le risque de chute lié aux revêtements de sol, la prise de mesures au niveau de la prévention structurelle semble notamment pertinente. En effet, les mesures relevant de la prévention structurelle sont plus efficaces que celles visant le comportement des gens. En premier lieu, il est important que les sols soient construits de manière sûre, fonctionnelle et conviviale, et qu'ils soient entretenus correctement afin de préserver leur sécurité. Un concept prometteur à cet égard est le «Building Information Modeling» (BIM), soit la modélisation des données du bâtiment. Il peut être utilisé pour la conception, la construction et la gestion en réseau des bâtiments tout au long de leur cycle de vie. Il accroît la disponibilité de données actualisées, facilite l'échange d'informations et favorise ainsi des interventions en temps utile, par exemple lorsque des aspects liés à la sécurité ne sont pas pris en compte. En second lieu, des recherches doivent être menées afin de combler les lacunes dans les données de base et dans la description de la dangerosité et de la propagation des facteurs d'influence en lien avec l'accidentalité des chutes. Toutefois, les mesures de prévention structurelle doivent être accompagnées de mesures de prévention comportementale. Il s'agit

avant tout de sensibiliser la population à la problématique des chutes et à l'impact qu'ont les facteurs d'influence spécifiques au sol sur le déroulement des chutes. En raison du manque de données, il n'est cependant pas possible d'évaluer l'efficacité et l'économicité des approches préventives. Sur la base du présent rapport et des différents avis d'experts du BPA, on peut en conclure que seule la combinaison de mesures de prévention structurelle et comportementale promet un succès à long terme.

3. **Analisi della sicurezza delle pavimentazioni: infortuni, fattori di influenza e obiettivi di prevenzione**

Situazione iniziale e obiettivo

Le cadute sono la causa di infortunio più frequente nell'ambito casa e tempo libero, dove totalizzano il 50% delle lesioni e oltre l'80% dei decessi. Ogni anno più di 280 000 persone si fanno male a seguito di una caduta e circa 1680 perdono la vita, il che corrisponde a 13 volte più feriti e 7 volte più morti rispetto alle cifre registrate per la circolazione stradale.

L'elevata rilevanza in rapporto alla realtà infortunistica globale evidenzia la necessità di intervenire a livello di prevenzione. Il presente rapporto analizza il fenomeno delle cadute riconducibili a una pavimentazione inadeguata in Svizzera, si sofferma sulla molteplicità delle cause e propone diversi approcci di prevenzione.

Realtà infortunistica

Almeno il 20% delle cadute subite da adulti in età lavorativa sono riconducibili a una o più caratteristiche della pavimentazione. Nel 90% dei casi si tratta di cadute in piano che si verificano perché il suolo è coperto di neve e ghiaccio, perché il pavimento è danneggiato, sporco o bagnato, perché si scivola nella doccia o nella vasca da bagno o perché si inciampa sul bordo di un marciapiede. Due terzi delle cadute dovute a un fondo inadeguato si verificano all'aperto e circa un quarto in edifici abitativi. Nell'80% dei casi le vittime riportano ferite leggere. I dati sulla realtà infortunistica globale lasciano presumere che i gruppi più a rischio siano gli adulti in età lavorativa tra i 17 e i 64 anni e le persone anziane a partire dai 65 anni. Proporzionalmente, gli adulti in età lavorativa subiscono il maggior numero di cadute. Le cadute nelle persone anziane comportano più spesso lesioni gravi o mortali e sono all'origine dei costi più elevati. In entrambe le fasce di età si registrano più cadute tra le donne che tra gli uomini. Alla luce dell'invecchia-

mento demografico si può inoltre supporre che il problema delle cadute sia destinato ad acuirsi tra la popolazione anziana.

Fattori di influenza

Sono molti i fattori che possono provocare una caduta su una pavimentazione inadeguata. Nell'ambito del presente rapporto sono stati identificati fattori di influenza immediati (prossimali) e fattori di influenza sovraordinati (distali). Attraverso valutazioni di esperti sono state determinate la portata e l'entità infortunistica di questi fattori e, su questa base, identificati nove principali fattori di rischio. Questi fattori di rischio hanno un impatto notevole e possono aumentare fortemente il rischio di caduta.

Approcci preventivi

Le misure più indicate per ridurre il rischio di caduta su pavimentazioni inadeguate rientrano nell'ambito della prevenzione strutturale e sono più efficaci di quelle che puntano a modificare il comportamento delle persone. In primo luogo è importante che le pavimentazioni siano realizzate in modo da risultare sicure, funzionali e facili da percorrere e che siano sottoposte a una manutenzione che ne preservi la sicurezza. Un approccio molto promettente in tal senso è il «Building Information Modeling» (BIM) che serve a coordinare la progettazione, la costruzione e la gestione di opere lungo tutto il loro ciclo di vita. Questo sistema permette di migliorare la disponibilità di dati aggiornati e facilita lo scambio di informazioni rendendo possibili interventi tempestivi nel caso in cui vengano ad esempio trascurati aspetti rilevanti per la sicurezza. In secondo luogo occorre promuovere ulteriormente le attività di ricerca per colmare le lacune riguardo alle basi di dati e alla descrizione della pericolosità e diffusione dei fattori che influenzano gli eventi infortunistici da caduta. Le misure di prevenzione strutturale vanno tuttavia integrate con misure di prevenzione comportamentale finalizzate innanzitutto a sensibilizzare sulla problematica delle cadute e sull'influsso dei fattori legati alle caratteristiche della pavimentazione. Benché i dati disponibili non

consentano di valutare l'efficacia e l'economicità degli approcci preventivi, sulla base del presente rapporto e del parere di diversi esperti dell'UPI si può affermare che per ottenere risultati soddisfacenti a lungo termine è essenziale combinare misure di prevenzione strutturale e comportamentale.

4. Safety analysis of flooring and ground surfaces: accident occurrence, influencing factors and prevention goals

Starting point and objective

Accounting for half of all injuries and more than 80% of fatalities, falls are the predominant cause of accidents in the home and leisure sector. Every year, more than 280 000 people are injured and around 1680 die due to a fall. Compared to road traffic, this represents 13 times more injured persons and more than seven times the number of fatalities.

The high relevance in relation to the overall accident occurrence illustrates the urgency of fall prevention work. This report analyses the accident occurrence of falls with the causal involvement of flooring and ground surfaces in Switzerland, highlights the wide variety of factors influencing falls and, on this basis, defines various prevention approaches.

Accident occurrence

In working-age adults, one or more flooring or ground surface properties are the cause of at least 20% of all falls. 90% of these are same-level falls. The types of flooring or ground surface or the circumstances that lead to a fall are wintry conditions such as snow and ice, damaged, dirty or wet flooring, showers and bathtubs and pavement edges and curbs. Two-thirds of all falls involving flooring or ground surfaces occur outdoors and around a quarter occur in residential buildings. 80% of all falls result in minor injuries. Based on the overall accident data, it can be assumed that the risk groups are working adults (between 17 and 65 years of age) and elderly adults aged 65 and over. Working adults suffer the most falls proportionally, whereas elderly adults are more likely to sustain serious or fatal injuries which incur the highest accident costs. In both age groups, women are more likely to be affected by falls. Due to demographic developments, it can be assumed that the problem of falls among elderly adults will become more acute in future.

Influencing factors

Multiple influencing factors play a role in falls caused by unfavourable properties of flooring or ground surfaces. This report identifies various factors closely related to accidents (proximal) and overriding accident-influencing factors (distal). Expert assessments helped determine the accident relevance and significance of the influencing factors, resulting in the identification of nine principal risk factors. These principal risk factors have far-reaching effects and can greatly increase the fall risk.

Prevention approaches

Situational prevention measures are particularly suitable for reducing the risk of falls on flooring and ground surfaces. Situational prevention measures are more effective than measures which target human behaviour. First and foremost, it is important that floors and surfaces are built to be safe, functional and user-friendly and are properly maintained to ensure they stay safe. A promising concept to achieve this is «Building Information Modelling» (BIM). BIM can be used for the networked planning, construction and management of buildings throughout their entire life cycle. BIM increases the availability of up-to-date data, facilitates information exchange and thus promotes timely interventions if, for instance, security-relevant aspects are ignored. Secondly, further research should be conducted to close gaps in the underlying data and in the description of the risks and prevalence of influencing factors in fall occurrence. Situational prevention measures should also be accompanied by behavioural prevention measures. The overarching aim is to raise awareness of the problems surrounding falls and the effect of floor- and ground surface-specific factors on fall occurrence. However, a lack of data makes it impossible to evaluate the effectiveness and efficiency of the prevention approaches. Based on this report and the opinions of BFU experts, we can conclude that only a combination of situational and behavioural prevention measures assures long-term success.

II. Kurzfassung / Condensé / Riassunto / Summary

1. Sicherheitsanalyse Böden: Unfallgeschehen, Einflussfaktoren und Präventionsziele

Ausgangslage und Ziel

Stürze bilden mit rund 50 % aller Verletzungen und knapp 85 % aller Todesfälle den dominanten Unfallhergang im Bereich Haus und Freizeit. Stürze führen im Vergleich zu anderen Unfallhergängen zu überproportional schweren Verletzungen oder sogar zum Tod [1]. Der Sturzprävention kommt daher eine grosse Bedeutung zu. Rund 20 % aller Sturzunfälle sind auf unvorteilhafte Eigenschaften von Bodenbelägen zurückzuführen.

Böden sind zentrale Elemente in Gebäuden und darum herum und dienen nicht nur dazu, funktionell zu sein, sondern auch ästhetisch eine grosse Wirkung zu entfalten. Die Eigenschaften von Bodenbelägen beeinflussen das Sturzrisiko stark. Sie bilden daher entscheidende Ansatzpunkte, um Stürze zu verhindern. Trotz der grossen Bedeutung von Bodeneigenschaften und deren Einflussfaktoren im Sturzgeschehen ist dazu wenig wissenschaftlich fundiertes Wissen vorhanden. Die vorliegende Sicherheitsanalyse beschreibt die Epidemiologie von Stürzen mit Beteiligung von Bodenbelägen in der Schweiz (Kapitel IV, S. 33). Des Weiteren fasst sie das Wissen über die wichtigsten Einflussfaktoren zusammen (Kapitel V, S. 44). Im gegenseitigen Austausch mit Expertinnen und Experten der BFU wurden die Unfallrelevanz und die Bedeutsamkeit der Einflussfaktoren bestimmt sowie Hauptrisikofaktoren identifiziert. Abschliessend wurden – basierend auf den Schwerpunkten im Unfallgeschehen und den identifizierten Hauptrisikofaktoren – Präventionsziele formuliert und dazugehörige Präventionsansätze und -möglichkeiten erarbeitet (Kapitel VI, S. 63). Die Verfolgung dieser Präventionsziele soll längerfristig eine Verbesserung der Sicherheit von Bodenbelägen gewährleisten.

Unfallgeschehen – was passiert?

Mindestens 20 % der jährlichen 285 000 Sturzunfälle im Bereich Haus und Freizeit sind auf den Einfluss ungeeigneter Bodenarten oder deren Zustand

zurückzuführen. Dabei handelt es sich insbesondere um winterliche Witterungseinflüsse wie Glätteis, Vereisungen und Schnee sowie schadhafte, verschmutzte oder nasse Böden. Sturzrelevant sind aber auch Badewannen und Duschen sowie Trottoirränder oder -mäuerchen. Neun von zehn aller Stürze mit Beteiligung von Böden ereignen sich auf gleicher Ebene, jeder zehnte Sturz auf einer Treppe oder Stufe. Ungeeignete Bodenarten oder deren Zustand spielen daher bei Stürzen in der Ebene eine übergeordnete Rolle. Basierend auf den meistgenannten Bodenarten oder deren Zustand ist es wenig erstaunlich, dass sich rund 60 % aller Stürze, die auf ungeeignete Bodeneigenschaften zurückzuführen sind, im Freien ereignen. Nur etwas mehr als 25 % der Stürze ereignen sich in Wohngebäuden, die meisten davon im Bad oder WC. Glücklicherweise verletzen sich die meisten der gestürzten Personen nur leicht. Angesichts der hohen Inzidenz von Stürzen im Allgemeinen führt dies trotzdem zu einer hohen Anzahl an Schwerverletzten und invaliden Personen. Die verursachten Kosten durch Unfälle mit Beteiligung von Böden belaufen sich geschätzt auf rund 720 Millionen Schweizer Franken pro Jahr. Die meisten Kosten entstehen aufgrund von Stürzen der erwachsenen Schweizer Bevölkerung über 17 Jahre. Alle Altersgruppen sind von Stürzen betroffen, wobei erwachsene Frauen häufiger stürzen als Männer. Aufgrund der fortschreitenden Alterung der Gesellschaft ist anzunehmen, dass das Unfallausmass bei den über 65-Jährigen deutlich zunehmen wird.

Für die Beschreibung des Unfallgeschehens im Detail wurden hauptsächlich die Daten der UVG-Statistik der Sammelstelle für die Statistik der Unfallversicherung (SSUV) beigezogen. Die UVG-Statistik umfasst nur Unfälle der unselbstständig erwerbstätigen erwachsenen Bevölkerung. Unfälle von nichterwerbstätigen Personen wie Kindern und Jugendlichen (0–16 Jahre) und älteren Erwachsenen (65 Jahre und älter) werden in der UVG-Statistik nicht erfasst. Es ist daher davon auszugehen, dass das Unfallgeschehen von Kindern und Jugendlichen und älteren Erwachsenen vom beschriebenen Unfallgeschehen abweicht.

Beispielsweise ist anzunehmen, dass Stürze im privaten Wohnumfeld bei älteren Erwachsenen eine höhere Relevanz aufweisen. Wir schätzen den Einfluss auf das Gesamtunfallgeschehen jedoch als gering ein. Aussagen über tödliche Unfälle aufgrund von unvorteilhaften Bodenbelägen können keine gemacht werden, da Stürze in der Todesursachenstatistik des Bundesamts für Statistik nicht näher bezeichnet werden.

Einflussfaktoren – warum passiert es?

Stürze sind multifaktoriell bedingt. Sie ereignen sich aufgrund verschiedener, in Kombination auftretender, ungünstig ausgeprägter Einflussfaktoren. Dabei spielen sowohl dem Unfall nahe (proximale) als auch übergeordnete (distale) Einflussfaktoren eine gleichermassen wichtige Rolle. Proximale Einflussfaktoren werden oftmals als offensichtliche Sturzursachen wahrgenommen, weil sie direkt mit dem Unfallereignis in Zusammenhang gebracht werden können. Ein schadhafter Bodenbelag oder ungeeignete Schuhe können z. B. als Grund für einen Sturz identifiziert werden. Distale Einflussfaktoren wie beispielsweise Gesetze oder die Risikowahrnehmung sind meist versteckte Einflussfaktoren. **Proximale Hauptrisikofaktoren** mit hoher Unfallrelevanz im Sturzgeschehen

mit Beteiligung von Böden sind: Wetter und Klima, Bodenbeläge, Beleuchtung, Zustand von Bauten, die Machart und Wahl des Schuhwerks sowie der Körper und die Kognition. Die Hauptrisikofaktoren sind in Abbildung 1 dargestellt. Hervorzuheben sind dabei die drei zentralen Eigenschaften von Bodenbelägen: Gleitfestigkeit, Begehbarkeit und optische Wahrnehmung. Sie bilden den Kern des Systems, in welchem sich ein Unfall ereignet. Die anderen Hauptrisikofaktoren stehen in engem Zusammenhang mit diesen Eigenschaften. Beispielsweise kann Regen (Wetter) die Gleitfestigkeit beeinträchtigen oder eine schlechte Beleuchtung die optische Wahrnehmung von Eigenschaften des Bodenbelags vermindern. Distale Hauptrisikofaktoren weisen eine hohe Bedeutung auf; das heisst, sie haben bei negativer Ausprägung eine hohe Tragweite und einen grossen Effekt auf das Sturzrisiko. **Distale Hauptrisikofaktoren** mit hoher Unfallrelevanz im Sturzgeschehen mit Beteiligung von Böden sind: Risikowahrnehmung, Gesetze und Verordnungen sowie technische Normen (Abbildung 1). Die identifizierten Hauptrisikofaktoren sind nicht isoliert zu betrachten, denn sie beeinflussen sich gegenseitig und wirken als Ganzes auf das System, in welchem sich ein Unfall ereignet.

Abbildung 1: Die neun Hauptrisikofaktoren im Unfallgeschehen Sturz mit ursächlicher Beteiligung von Böden

Proximal	Wetter und Klima 	Bodenbeläge 	Beleuchtung 
	Zustand Bauten 	Schuhe (Machart/Wahl) 	Körper, Kognition 
Distal	Risikowahrnehmung 	Gesetze und Verordnungen 	Technische Normen 

Präventionsansätze – wie kann es verhindert werden?

Damit Stürze aufgrund von unvorteilhaften Bodeneigenschaften verhindert werden können, sollten verhältnispräventive Massnahmen priorisiert werden. Deshalb zielen die ersten drei Präventionsziele der vorliegenden Sicherheitsanalyse auf die Verbesserung der Verhältnisse (Rahmenbedingungen) ab: «Neu verlegte Böden sind sicher, funktionell und nutzerfreundlich», «Bauliche Defizite bei bestehenden Böden werden behoben» und «Die Instandhaltung wird sichergestellt» (Tabelle 1). Diese Ziele können mithilfe von verschiedenen Präventionsansätzen erreicht werden. Dabei ist beispielsweise die Implementierung von Building Information Modeling (BIM) erfolgversprechend. Mithilfe von BIM können sicherheitsrelevante Bauwerksdaten digital erfasst und über den ganzen Lebenszyklus des Bodenbelags kontinuierlich überwacht und wenn nötig angepasst werden. Ein weiterer wichtiger Ansatz ist die Ausbildung und Sensibilisierung aller am Bau und Betrieb involvierten Personen. Dies umfasst planende Personen, Architekturschaffende, Bauverantwortliche, Bodenfachleute etc., aber auch Personen, die in der Beratung oder im Verkauf von Produkten tätig sind, sowie alle, die mit der Instandhaltung von Bodenbelägen beauftragt sind. Dabei soll ein spezielles Augenmerk auf die Vermittlung von sicherheitsrelevanten Aspekten gelegt werden. Wo möglich soll die Sicherheit in der Gesetzgebung oder in technischen Normen verankert oder präzisiert werden. Die weiteren drei Präventionsziele ergänzen die ersten drei Ziele vor allem mit verhaltenspräventiven Massnahmen (Tabelle 1). Die Präventionsziele vier bis sechs beabsichtigen, dass «Der altersbedingten Entwicklung der Menschen Rechnung getragen wird», dass «Menschen gleitfestes, der Situation angepasstes Schuhwerk tragen» und dass «wissenschaftliche Grundlagen für die Interventionsplanung geschaffen werden». Die unaufhaltbare Alterung der Gesellschaft wird die Sturzproblematik bei älteren Erwachsenen verstärken. Ältere Erwachsene sollen daher für sicherheitsorientiertes Verhalten sensibilisiert werden.

Dabei soll ihre Autonomie so lange wie möglich erhalten werden. Dies kann beispielsweise durch Training oder individuelle Sicherheitsberatungen bei Personen zu Hause erreicht werden. Die Sensibilisierung für sicherheitsorientiertes Verhalten in allen Altersklassen ist ein ergänzender Ansatz, damit Menschen dazu motiviert werden, optimales Schuhwerk zu tragen. Mithilfe von Informations- und Sensibilisierungskampagnen könnte beispielsweise auf die erhöhte Sturzgefahr beim Tragen von unpassendem Schuhwerk hingewiesen werden. Damit die Unfall-, Risiko- und Interventionsanalyse in Zukunft noch zielgerichteter durchgeführt werden kann, sind zusätzliche wissenschaftliche Grundlagen essenziell. Diese sollen beispielsweise durch die Ergänzung bestehender Erfassungsinstrumente und durch zusätzliche Forschung zu Unfallursachen und zur Wirksamkeit von Präventionsmassnahmen erarbeitet werden.

Tabelle 1: Die sechs Präventionsziele und ihre Zuordnung zu den Präventionsebenen Verhältnis- oder/und Verhaltensprävention

#	Präventionsziel	Präventionsebene
1	Neu verlegte Böden sind sicher, funktionell und nutzerfreundlich.	Verhältnis
2	Bauliche Defizite bei bestehenden Bodenbelägen werden behoben.	Verhältnis
3	Die Instandhaltung von Böden wird sichergestellt.	Verhältnis
4	Der altersbedingten Entwicklung der Menschen wird Rechnung getragen.	Verhältnis und Verhalten
5	Menschen tragen gleitfestes, der Situation angepasstes Schuhwerk.	Verhalten
6	Wissenschaftliche Grundlagen für die Interventionsplanung werden geschaffen.	Verhältnis

Schlussfolgerung und Ausblick

Detaillierte Informationen zu Ursachen von Stürzen aufgrund von unvorteilhaften Bodeneigenschaften fehlen in den vorhandenen Datengrundlagen. Weiter fehlen wissenschaftliche Grundlagen zur Verbreitung und Gefährlichkeit von Einflussfaktoren sowie zur

Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit von Interventionen. Die BFU hat die Sicherstellung und Optimierung der Datengrundlagen im Bereich Haus und Freizeit im Rahmen des Mehrjahresprogramms 2021–2025 festgelegt. Die qualitative und quantitative Weiterentwicklung der Datengrundlagen wird zusätzlich durch die Forschung im Bereich Wohnraum ergänzt [2]. Eine Verbesserung der Datenlage im Allgemeinen – und somit eine verfeinerte Unfall-, Risiko- und Interventionsanalyse von Böden – steht daher in Aussicht.

2. Analyse de la sécurité des sols: accidentalité, facteurs d'influence et objectifs de prévention

Contexte et objectif

Les chutes dominent l'accidentalité dans le domaine de l'habitat et des loisirs. En effet, environ 50 % de toutes les blessures et près de 85 % des décès sont dus à des chutes. Par rapport à d'autres types d'accident, les chutes entraînent des blessures particulièrement graves, voire la mort [1]. La prévention des chutes revêt donc une grande importance. Environ 20 % des chutes sont dues à des propriétés défavorables des revêtements de sol.

Éléments centraux dans et autour des bâtiments, les sols ne jouent pas seulement un rôle fonctionnel, mais ont aussi un grand impact sur le plan esthétique. Étant donné que les propriétés des revêtements de sol influencent fortement le risque de chute, elles constituent un aspect déterminant dans la prévention des chutes. Malgré l'importance considérable des propriétés des sols et de leurs facteurs d'influence dans la problématique des chutes, il existe peu de connaissances scientifiquement fondées à ce sujet. La présente analyse de sécurité décrit l'épidémiologie des chutes impliquant des revêtements de sol en Suisse (chapitre IV, p. 33). Elle recueille par ailleurs les connaissances sur les principaux facteurs d'influence (chapitre V, p. 44). En collaboration étroite avec les experts du BPA, l'importance de l'accidentalité et des facteurs d'influence a été déterminée et les principaux facteurs de risque ont été identifiés. Finalement, sur la base des types d'accident dominant dans l'accidentalité et des principaux facteurs de risque identifiés, des objectifs de prévention ont été formulés et des approches et possibilités correspondantes en matière de prévention ont été élaborées. La poursuite de ces objectifs de prévention devrait permettre d'améliorer la sécurité des revêtements de sol à long terme.

Accidentalité: que se passe-t-il?

Au moins 20 % des 285 000 chutes annuelles survenues dans le domaine de l'habitat et des loisirs

sont dus à l'influence de types de sol inappropriés ou de leur état. En particulier des facteurs météorologiques hivernaux, tels que le verglas, le givre et la neige, ainsi que des sols défectueux, souillés ou humides sont en cause. Les baignoires et les douches ainsi que les bords ou les murs de trottoir ont également un impact sur les chutes. Neuf chutes sur dix impliquant des sols se produisent de plain-pied et une chute sur dix depuis un escalier ou une marche. Les types de sol inappropriés ou leur état jouent donc un rôle primordial dans les chutes de plain-pied. Compte tenu des types de sol les plus fréquemment cités ou de leur état, il n'est guère surprenant qu'environ 60 % des chutes dues à des propriétés inappropriées des sols aient lieu à l'extérieur. Un peu plus de 25 % des chutes seulement se produisent dans les immeubles d'habitation, la plupart dans la salle de bain ou les toilettes. Heureusement, la plupart des personnes qui ont subi une chute ne se blessent que légèrement. Cependant, l'incidence élevée des chutes en général conduit à un grand nombre de blessés graves et de personnes invalides. Les coûts engendrés par les accidents impliquant des sols sont estimés à environ 720 millions de francs suisses par an. La majorité des coûts sont dus aux chutes subies par la population adulte suisse de plus de 17 ans. Toutes les tranches d'âge sont concernées par les chutes, toutefois, les femmes adultes chutent plus souvent que les hommes. Du fait du vieillissement de la population, on peut s'attendre à une nette augmentation de l'accidentalité chez les personnes de plus de 65 ans.

Pour décrire l'accidentalité en détail, la présente analyse s'est principalement fondée sur les données de la statistique de la loi fédérale sur l'assurance-accidents (LAA) du service de centralisation des statistiques de l'assurance-accidents (SSAA). La statistique de la LAA comprend uniquement les accidents subis par la population adulte exerçant une activité salariée. Les accidents subis par des personnes sans activité lucrative, comme les enfants et les adolescents (de 0 à 16 ans) ainsi que les seniors (de 65 ans et plus), ne sont pas pris en compte dans la statistique de la LAA. On peut donc partir du principe que

l'accidentalité des enfants et des adolescents ainsi que des seniors diffère de l'accidentalité décrite ci-dessus. Il est de ce fait probable que les chutes survenues dans l'habitat privé soient plus fréquentes chez les personnes âgées. Nous considérons cependant que l'impact sur l'ensemble des accidents est faible. Aucune déclaration ne peut être faite concernant les accidents mortels dus à des revêtements de sol défavorables, car les chutes ne sont pas répertoriées dans la statistique des causes de décès de l'Office fédéral de la statistique (OFS).

Facteurs d'influence: pourquoi ces accidents arrivent-ils?

Les chutes sont liées à de multiples facteurs. Elles se produisent en raison d'une combinaison de divers facteurs d'influence qui se manifestent de façon négative. Les facteurs d'influence proches (proximaux) et les facteurs d'influence supérieurs (distaux) jouent un rôle tout aussi important les uns que les autres. Les facteurs d'influence proximaux sont souvent perçus comme des causes de chute manifestes, car ils peuvent être directement liés à l'accident. Il est en ef-

fet possible d'identifier un revêtement de sol défectueux ou des chaussures inadaptées comme étant à l'origine de la chute. Les facteurs d'influence distaux, tels que la loi ou la perception du risque, sont le plus souvent des facteurs d'influence cachés. **Les principaux facteurs de risque proximaux** jouant un rôle majeur dans les chutes impliquant les sols sont: la météo et le climat, les revêtements de sol, l'éclairage, l'état des constructions, le mode de fabrication et le choix des chaussures ainsi que le corps et les fonctions cognitives. Les principaux facteurs de risque sont représentés dans l'illustration 1. Dans ce contexte, il convient de relever les trois propriétés essentielles des revêtements de sol: la résistance au glissement, la praticabilité et la perception visuelle, qui sont à la base du système dans lequel se produit un accident. Les autres principaux facteurs de risque sont étroitement liés à ces propriétés. En effet, la pluie (météo) peut altérer la résistance au glissement et un mauvais éclairage peut réduire la perception visuelle des propriétés du revêtement de sol. Les principaux facteurs de risque distaux relèvent d'une grande importance: en cas de manifestation négative

Illustration 1: Les neuf principaux facteurs de risque dans l'accidentalité des chutes avec implication causale des sols

Facteurs proximaux	Météo et climat 	Revêtements de sol 	Éclairage 
	État des constructions 	Chaussures (mode de fabrication/choix) 	Corps, fonctions cognitives 
Facteurs distaux	Perception du risque 	Lois et ordonnances 	Normes techniques 

tive, ils ont une grande portée et un impact considérable sur le risque de chute. Les **principaux facteurs de risque distaux** jouant un rôle majeur dans les chutes impliquant des sols sont: la perception du risque, les lois et les ordonnances ainsi que les normes techniques (Illustration 1, p. 17). Les principaux facteurs de risque identifiés ne doivent pas être considérés de manière isolée, car ils s'influencent mutuellement et agissent comme un tout sur le système dans lequel un accident se produit.

Approches préventives: comment éviter ces accidents?

Afin d'être en mesure d'éviter les chutes dues à des propriétés défavorables des sols, il convient de privilégier les mesures de prévention structurelle. Par conséquent, les **trois premiers objectifs de prévention** de la présente analyse de sécurité visent à améliorer les structures (conditions-cadres): «Les nouveaux sols sont sûrs, fonctionnels et conviviaux.», «Les défauts de construction des sols existants sont corrigés.» et «L'entretien est garanti.» (Tableau 1, p. 19). Ces objectifs peuvent être atteints grâce à différentes approches de prévention. À cet égard, la mise en œuvre du Building Information Modeling (BIM) est prometteuse. Ce concept permet de saisir sous forme numérique les données de construction importantes sur le plan de la sécurité et de surveiller en continu les revêtements de sol tout au long de leur cycle de vie et, si nécessaire, d'apporter des améliorations. Une autre approche importante est la formation et la sensibilisation de toutes les personnes impliquées dans la construction et l'exploitation. Cela implique les concepteurs, les architectes, les responsables de construction, les spécialistes des sols et autres acteurs du domaine de la construction, mais aussi les personnes actives dans le conseil ou la vente de produits ainsi que toutes celles chargées de l'entretien des revêtements de sol. Dans ce contexte, une attention particulière doit être accordée à la communication des aspects relatifs à la sécurité. La sécurité doit si possible être ancrée ou précisée dans la législation ou les normes techniques. Les trois autres objectifs de prévention complètent les trois

premiers, avant tout par des mesures de prévention comportementale (Tableau 1, p. 19). Les **objectifs de prévention quatre à six** prévoient de «prendre en compte l'évolution humaine liée à l'âge», d'«inciter les gens à porter des chaussures antidérapantes adaptées à la situation» et de «créer des bases scientifiques pour la planification des interventions». Le vieillissement inexorable de la population accentuera à l'avenir la problématique des chutes chez les seniors. C'est pourquoi il convient de sensibiliser les personnes âgées afin qu'elles adoptent un comportement sûr. L'objectif est qu'elles maintiennent leur autonomie aussi longtemps que possible. Cet objectif peut notamment être atteint en formant des personnes à la maison ou en leur prodiguant des conseils de sécurité personnalisés. Sensibiliser toutes les tranches d'âge pour qu'elles adoptent un comportement sûr constitue une approche complémentaire afin d'inciter les gens à porter des chaussures appropriées. Des campagnes d'information et de sensibilisation permettraient notamment d'avertir le public que porter des chaussures non adaptées augmente le risque de chute. Pour mener l'analyse des accidents, des risques et des interventions de manière encore plus ciblée, il est indispensable de posséder encore davantage de bases scientifiques. Celles-ci seront notamment développées en complétant les instruments de saisie existants et en effectuant des recherches supplémentaires sur les causes des accidents et l'efficacité des mesures de prévention.

Tableau 1: Les six objectifs de prévention et leur attribution aux deux niveaux de prévention: prévention structurelle et/ou comportementale

# Objectif de prévention	Niveau de prévention
1 Les sols nouvellement posés sont sûrs, fonctionnels et conviviaux.	Prévention structurelle
2 Les défauts de construction des revêtements de sol existants sont corrigés.	Prévention structurelle
3 L'entretien des sols est assuré.	Prévention structurelle
4 L'évolution humaine liée à l'âge est prise en compte.	Prévention structurelle et comportementale
5 Les personnes portent des chaussures antidérapantes adaptées à la situation.	Prévention comportementale
6 Des bases scientifiques pour la planification des interventions sont créées.	Prévention structurelle

Conclusion et perspectives

Les données de base disponibles ne contiennent pas d'informations détaillées sur les causes des chutes dues à des propriétés défavorables des sols. Il manque en outre des bases scientifiques sur la diffusion et la dangerosité des facteurs d'influence ainsi que sur l'efficacité et l'économicité des interventions. Dans le cadre du programme pluriannuel 2021-2025, le BPA a décidé de garantir et d'optimiser les données de base dans le domaine de l'habitat et des loisirs. En outre, les travaux de recherche menés dans le domaine de l'habitat complètent le développement qualitatif et quantitatif des données de base [2]. Une amélioration générale des données disponibles permettant une analyse plus précise des accidents, des risques et des interventions impliquant des sols est donc envisageable.

3. **Analisi della sicurezza delle pavimentazioni: infortuni, fattori di influenza e obiettivi di prevenzione**

Situazione iniziale e obiettivo

Le cadute sono la causa di infortunio più frequente nell'ambito casa e tempo libero, dove totalizzano circa il 50% delle lesioni e quasi l'85% dei decessi. Rispetto ad altri infortuni, le cadute causano ferite gravi se non addirittura mortali in misura decisamente superiore alla media [1]. È quindi fondamentale prevenirle. A tal fine è utile sapere che in circa il 20% dei casi sono riconducibili a un fondo inadeguato.

Le pavimentazioni sono elementi essenziali all'interno degli edifici e al loro esterno, sia per funzionalità che per estetica. Le loro caratteristiche influenzano sensibilmente il rischio di caduta e svolgono quindi un ruolo fondamentale ai fini della prevenzione. Nonostante la grande importanza di tali caratteristiche e dei fattori ad esse legati che influenzano gli eventi infortunistici da caduta, le conoscenze scientifiche disponibili al riguardo sono poche e non sufficientemente attendibili. La presente analisi della sicurezza descrive il fenomeno delle cadute dovute a pavimentazioni inadeguate in Svizzera (capitolo IV, p. 33). Riassume inoltre le conoscenze disponibili sui principali fattori di influenza (capitolo V, p. 44). Nell'ambito di uno scambio con le esperte e gli esperti dell'UPI sono poi state determinate la portata e l'entità infortunistica dei fattori di influenza e identificati i principali fattori di rischio. Infine, in base alle cause di infortunio più frequenti e ai fattori di rischio identificati, sono stati formulati obiettivi di prevenzione e approcci per conseguirli (capitolo VI, p. 63), allo scopo di migliorare a lungo termine la sicurezza delle pavimentazioni.

Realtà infortunistica: cosa succede?

Ben il 20% delle 285 000 cadute che si verificano ogni anno nell'ambito casa e tempo libero sono dovute almeno in parte a un fondo inadeguato o in cat-

tivo stato. Si cade in particolare perché il suolo è coperto di neve e ghiaccio o perché la superficie su cui si cammina è danneggiata, sporca o bagnata. Ma anche perché si scivola nella doccia o nella vasca da bagno o perché si inciampa sul bordo di un marciapiede. Nove cadute su dieci dovute a un fondo inadeguato si verificano in piano, una su dieci su scale o gradini. I fondi inadeguati o in cattivo stato sono quindi una causa rilevante. In base alle indicazioni fornite sui tipi di pavimentazione e sul loro stato si può affermare che circa il 60% di tutte le cadute su superfici inadeguate si verificano all'aperto e soltanto poco più del 25% in edifici abitativi, per lo più in bagno o al WC. Fortunatamente la maggior parte delle vittime riporta solo ferite leggere. Considerata l'elevata incidenza delle cadute in generale, il numero di persone che si feriscono gravemente e che rimangono invalide è comunque relativamente alto. I costi causati dagli infortuni dovuti a una pavimentazione inadeguata si stimano in 720 milioni di franchi svizzeri all'anno, riconducibili per la maggior parte a cadute tra la popolazione adulta (persone di età superiore ai 17 anni). Il fenomeno delle cadute interessa tutte le fasce di età, le donne più degli uomini. Alla luce dell'invecchiamento demografico, si può presumere che questi infortuni aumenteranno notevolmente tra la popolazione con più di 65 anni.

Per la descrizione dettagliata della realtà infortunistica sono stati consultati soprattutto i dati della statistica LAINF del Servizio centrale delle statistiche dell'assicurazione contro gli infortuni (SSAINF). Questa statistica contempla gli infortuni subiti in Svizzera da persone adulte che esercitano un'attività lucrativa dipendente, ma non rileva quelli dei soggetti senza attività lucrativa, come i bambini e i giovani (tra 0 e 16 anni) o le persone anziane (a partire dai 65 anni). Si può quindi supporre che la realtà infortunistica riferita ai bambini, ai giovani e agli anziani differisca da quella qui descritta. Le cadute nella propria abitazione, per esempio, potrebbero essere più frequenti tra le persone anziane. Gli autori dello studio stimano tuttavia che queste differenze abbiano un influsso irrilevante sulla realtà infortunistica globale. Non sono

disponibili cifre attendibili sugli infortuni mortali dovuti a pavimentazioni inadeguate, visto che le cadute non costituiscono una categoria a sé stante nella statistica delle cause di morte dell'Ufficio federale di statistica.

Fattori di influenza: perché succede?

Le cadute hanno cause multifattoriali, vale a dire che si verificano per una combinazione di fattori sfavorevoli. Tra questi fattori, quelli immediati (prossimali) hanno un ruolo altrettanto importante di quelli sovraordinati (distali). I fattori di influenza prossimali vengono spesso percepiti come cause manifeste delle cadute, perché li si può mettere in relazione diretta con l'evento infortunistico. Una pavimentazione danneggiata o delle scarpe inadeguate, ad esempio, possono essere identificate come cause di una caduta. I fattori di influenza distali, come le leggi o la percezione del rischio, sono per lo più astratti e quindi meno evidenti. I fattori di rischio prossimali con un'alta rilevanza in riferimento alle cadute dovute a pavimentazioni inadeguate sono: la meteo e il clima, le pavimentazioni, lo stato delle opere, il tipo e la scelta delle scarpe come pure la condizione fisica e le capacità cognitive. I principali fattori di rischio sono rappresentati nella Figura 1. Le tre caratteristiche

centrali delle pavimentazioni sono: la resistenza allo scivolamento, la percorribilità e la percezione visiva. Queste proprietà costituiscono il cuore del sistema nel quale si verifica un infortunio. Gli altri principali fattori di rischio sono strettamente legati alle tre caratteristiche centrali. La pioggia (meteo), ad esempio, può compromettere la resistenza allo scivolamento o una cattiva illuminazione può limitare la percezione visiva delle caratteristiche della pavimentazione. I fattori di rischio distali svolgono un ruolo molto importante, visto che, se sono sfavorevoli, influenzano notevolmente il rischio di caduta. I fattori di rischio distali ad alta rilevanza in riferimento alle cadute dovute a pavimentazioni inadeguate sono: la percezione dei rischi, le leggi e ordinanze nonché le norme tecniche (Figura 1). I fattori di rischio identificati non vanno considerati isolatamente, visto che si influenzano a vicenda e agiscono in quanto entità globale sul sistema nel quale si verifica un infortunio.

Approcci preventivi: come si può evitare?

Per prevenire le cadute dovute a pavimentazioni inadeguate vanno adottate in via prioritaria misure di prevenzione strutturale. I primi tre obiettivi di prevenzione proposti in questo rapporto puntano quindi al

Figura 1: I nove principali fattori di rischio degli eventi infortunistici da caduta dovuti a pavimentazioni inadeguate

Prossimali	Meteo e clima 	Pavimentazioni 	Illuminazione 
	Stato delle opere 	Scarpe (tipo/scelta) 	Condizione fisica e capacità cognitive 
Distali	Percezione dei rischi 	Leggi e ordinanze 	Norme tecniche 

miglioramento delle condizioni quadro: «le pavimentazioni di nuova costruzione sono sicure, funzionali e facili da percorrere», «i deficit costruttivi delle pavimentazioni esistenti vengono eliminati» e «la manutenzione è garantita» (Tabella 1). Per conseguire questi obiettivi si possono adottare diversi approcci preventivi. Uno di questi, rivelatosi molto promettente, è l'implementazione di un Building Information Modeling (BIM), un sistema che permette di rilevare elettronicamente i dati rilevanti per la sicurezza, di monitorarli lungo l'intero ciclo di vita della pavimentazione e di adeguarli se necessario. Un'altra possibilità è formare e sensibilizzare tutte le persone coinvolte nella costruzione e nella gestione di un'opera (progettisti, architetti, direzione dei lavori, specialisti in materia di pavimentazioni, ma anche persone attive nella consulenza e nella vendita o persone addette alla manutenzione), con particolare riguardo agli aspetti rilevanti in materia di sicurezza. Laddove possibile la sicurezza andrebbe integrata o precisata a livello di leggi o norme tecniche. Gli altri tre obiettivi completano i primi tre soprattutto con misure di prevenzione comportamentale (Tabella 1). Gli obiettivi di prevenzione da quattro a sei hanno lo scopo di garantire «che si tenga conto dei cambiamenti indotti dall'età», «che si indossino scarpe antiscivolo adatte alla situazione» e «che vengano create basi scientifiche per la pianificazione degli interventi». Di fronte all'invecchiamento demografico, il problema delle cadute è destinato ad acuirsi. Occorre quindi sensibilizzare le persone anziane sull'importanza di adottare un comportamento sicuro, preservando nel contempo la loro autonomia il più a lungo possibile. È possibile ad esempio con l'allenamento o con consulenze individuali fornite a domicilio. Il secondo obiettivo mira a motivare tutte le fasce di età a indossare scarpe adatte. Per mezzo di campagne di informazione e sensibilizzazione si potrebbe ad esempio attirare l'attenzione sul maggiore rischio di caduta al quale ci si espone portando scarpe inadatte. Per rendere possibile un'analisi ancora più mirata degli infortuni, dei rischi e degli interventi sono indispensabili basi scientifiche complementari che si potrebbero ottenere completando ad esempio gli strumenti di rilevazione esistenti o conducendo ulteriori ricerche sulle cause

degli infortuni e sull'efficacia delle misure di prevenzione.

Tabella 1: I sei obiettivi di prevenzione in base al tipo di prevenzione (strutturale e/o comportamentale)

# Obiettivo di prevenzione	Tipo di prevenzione
1 Le pavimentazioni di nuova costruzione sono sicure, funzionali e facili da percorrere.	strutturale
2 I deficit costruttivi delle pavimentazioni esistenti vengono eliminati.	strutturale
3 La manutenzione delle pavimentazioni è garantita.	strutturale
4 Si tiene conto dei cambiamenti indotti dall'età.	strutturale e comportamentale
5 Le persone indossano scarpe antiscivolo adatte alla situazione.	comportamentale
6 Vengono create basi scientifiche per la pianificazione degli interventi.	strutturale

Conclusioni e prospettive

Le basi di dati disponibili non forniscono informazioni dettagliate sulle cause delle cadute dovute a pavimentazioni inadeguate. Mancano inoltre basi scientifiche sulla diffusione e la pericolosità dei fattori di influenza così come sull'efficacia e l'economicità degli interventi. Nel quadro del programma pluriennale 2021-2025, l'UPI si è prefissato di garantire e ottimizzare le basi di dati nell'ambito casa e tempo libero in un'ottica sia qualitativa che quantitativa conducendo tra l'altro attività di ricerca [2]. Si prospetta quindi un miglioramento dei dati in generale che consentirà di procedere a un'analisi più approfondita degli infortuni, dei rischi e degli interventi in relazione alle pavimentazioni.

4. Safety analysis of flooring and ground surfaces: accident occurrence, influencing factors and prevention goals

Starting point and objective

Accounting for around 50% of all injuries and almost 85% of fatalities, falls are the predominant cause of accidents in the home and leisure sector. Compared to other accidents, falls lead to disproportionately serious injuries or even death [1]. Fall prevention is therefore of great importance. Around 20% of all accidents involving falls are caused by unfavourable flooring or ground surface properties.

Floors and ground surfaces are key elements in and around buildings, designed not only to be functional but also to have a high aesthetic impact. The properties of flooring and ground surfaces have strong influence on fall risk. Consequently, they are a crucial starting point for preventing falls. Despite the significance of flooring and ground surface properties and their influencing factors on fall occurrence, there is little sound scientific knowledge available. This safety analysis describes the epidemiology involving flooring and ground surfaces in Switzerland (chapter IV, p. 33). It also summarises the knowledge on the principal influencing factors (chapter V, p. 44). An exchange among BFU experts determined the accident relevance and significance of the influencing factors and identified the principal risk factors. Finally, based on the accident focal points and principal risk factors, prevention goals were defined, and the associated prevention approaches and possibilities developed (chapter VI, p. 63). Pursuing these prevention goals should ensure a long-term improvement in flooring and ground-surface safety.

Accident occurrence – what is happening?

At least 20% of the annual 285 000 fall accidents in the home and leisure sector are attributable to the impact of unsuitable flooring or surface types or their condition. Specifically, these include wintry conditions such as black ice, ice and snow, as well as damaged, dirty or wet floors and outdoor ground surfaces.

However, bathtubs and showers and pavement edges and curbs are also relevant to falls. Nine out of ten falls involving floors occur on the same level, and one out of ten falls happens on stairs or steps. This means that unsuitable flooring and ground surfaces and their condition play an overriding role in same-level fall occurrence. Based on the most frequently named floor types or their condition, it is hardly surprising that around 60% of all falls attributable to unsuitable flooring or ground surface properties occur outdoors. Just over 25% of falls occur in residential buildings, most of them in the bathroom or toilet. Luckily, most fallers sustain only minor injuries. Given the generally high fall incidence, this still results in high numbers of seriously injured and disabled people. The costs incurred by accidents involving floors and surfaces are estimated at around 720 million Swiss francs per year. Most costs are incurred from falls among the adult Swiss population over 17 years of age. All age groups are affected by falls, with falls more common among adult women than among men. Due to an increasingly ageing population, it can be assumed that accident prevalence will increase markedly in the over-65 age group.

Most data used for the detailed description of accident occurrence was drawn from the UVG statistics issued by the Central Office for Statistics on Accident Insurance (SSUV). The UVG statistics only cover accidents in the employed adult population. Accidents involving persons who are not in employment, such as children and adolescents (0–16 years) and elderly adults (65 years and over), are not recorded in the UVG statistics. It must therefore be assumed that the accident occurrence among children, adolescents and elderly adults differs from that described. It can, for instance, be assumed that falls in a private domestic environment are more relevant to elderly adults. However, we estimate a low impact on the overall accident occurrence. No statement can be made regarding fatal accidents due to unsuitable flooring and ground surfaces, as falls are not specified in the cause-of-death statistics issued by the Federal Statistics Office.

Influencing factors – why is it happening?

Falls have multifactorial causes. They happen as a result of different unfavourable influencing factors that occur in combination. Proximal (closely related to the accident) and distal (overriding) factors play an equally important role. Proximal influencing factors are often perceived as obvious fall causes because they can be directly linked to the incident. For instance, a defective floor covering or ground surface or unsuitable footwear can be identified as the reason for a fall. Distal influencing factors such as laws and risk perception are mostly hidden factors. **Proximal principal risk factors** with a high accident relevance in falls involving floors and ground surfaces are: weather and climate, flooring and ground surfaces, lighting, state of buildings, design and choice of footwear and body and cognition. The principal risk factors are shown in Figure 1. It is important to highlight the three key properties of flooring and ground surfaces: slip resistance, walkability and visual perception. They form the core of the system in which an accident occurs. The other principal risk factors are closely related to these properties. Rain (weather), for instance, can impair slip resistance, and poor lighting can make it harder to see distinguishing flooring

properties. Distal principal risk factors are very important, i.e. if negative, they have far-reaching consequences and a major impact on fall risk. **Distal principal risk factors** with a high accident relevance in falls involving floors and ground surfaces are: risk perception, laws and regulations and technical standards (Figure 1). The principal risk factors should not be considered in isolation, as they influence one another and act in their entirety on the system in which the accident occurs.

Prevention approach – how can it be prevented?

Situational prevention measures should be prioritised to prevent falls caused by unfavourable flooring or ground surface properties. This is why the **first three prevention goals** of this safety analysis target improving conditions (framework conditions): «Newly installed flooring and ground surfaces are safe, functional and user-friendly», «Structural deficits in existing flooring and ground surfaces are remedied» and «Maintenance is ensured» (Table 1, p. 25). These goals can be achieved through various prevention approaches. One promising approach would be to implementing Building Information Modelling (BIM). BIM can be used to digitally record, continuously monitor and adapt if required safety-relevant building

Figure 1: The nine principal risk factors in falls with the causal involvement of flooring and ground surfaces

Proximal	Weather and climate 	Flooring and ground surfaces 	Lighting 
	Condition of buildings 	Footwear (design/choice of) 	Body, cognition 
Distal	Risk perception 	Laws and regulations 	Technical standards 

data over the entire life cycle of the flooring or ground surface. Another important approach is to educate and raise awareness among all those involved in building construction and operation. This includes planners, architects, construction managers, flooring experts, etc., but also those who provide advice or sell products, as well as those involved in flooring and ground surface maintenance. Particular attention should be paid to communicating safety-relevant aspects. Wherever possible, safety should be incorporated or specified in legislation or technical standards. The other three prevention goals complement the first three goals mainly with behavioural prevention measures (Table 1). The **prevention goals four to six** are designed to ensure that «age-related human development is taken into account», that «people wear non-slip footwear adapted to the situation» and that «scientific foundations for intervention planning are established». The progressive ageing of society will exacerbate the problem of falls among elderly adults. Therefore, awareness of safety-oriented behaviour should be raised among this population group. It is important to ensure that their independence can be preserved for as long as possible. This can be achieved, for instance, through training or individual safety counselling at home. Raising awareness of safety behaviour in all age groups is a complementary approach to encourage people to wear appropriate footwear. Information and awareness-raising campaigns could be used to highlight the heightened risk of falling when wearing inappropriate footwear. Additional scientific foundations are needed to enable more targeted accident, risk and intervention analysis in the future. These could be developed by expanding existing data collection tools and conducting further research on accident causes and the efficacy of prevention measures.

Table 1: The six prevention goals and their classification in situational and/or behavioural prevention levels

# Prevention goals	Prevention level
1 Newly installed flooring and ground surfaces are safe, functional and user-friendly.	Situational
2 Structural deficits in existing flooring and ground surfaces are rectified.	Situational
3 Maintenance of flooring and ground surfaces is ensured.	Situational
4 Age-related changes are taken into account.	Situational and behavioural
5 People wear non-slip, situation-appropriate footwear.	Behavioural
6 A scientific basis is established for intervention planning.	Situational

Conclusion and outlook

The existing data lacks detailed information on the causes of falls due to unfavourable flooring and ground surface properties. Furthermore, there is a lack of scientific foundations on the prevalence and risk of influencing factors as well as on the effectiveness and economic viability of interventions. In its multi-year programme 2021–2025, the BFU has defined steps for securing and optimising the data basis in the home and leisure sector. The qualitative and quantitative expansion of the data basis is being supplemented by research on living space [2]. This means that an overall improvement in the data – bringing a refined accident, risk and intervention analysis of flooring and ground surfaces – is on the horizon.

III. Einleitung

Niemand möchte «den Boden unter den Füßen verlieren» – weder im übertragenen noch im wörtlichen Sinne. Der Boden bildet die Basis, auf der wir stehen und gehen. Böden sind zentrale Bauteile in Gebäuden und rund um Gebäude und dienen nicht nur dazu, funktionell zu sein, sondern auch gestalterisch eine grosse Wirkung zu entfalten. Bodenbeläge sind im Siedlungsgebiet praktisch überall vorhanden. Die Eigenschaften von Bodenbelägen beeinflussen das Sturzrisiko und sind daher entscheidende Ansatzpunkte, um Stürze zu verhindern.

Im Schnitt erleiden jedes Jahr 1,3 Millionen Personen der Schweizer Wohnbevölkerung einen Nichtberufs-unfall. Davon gibt es knapp 570 000 Verletzungen und 2200 Todesfälle im Bereich Haus und Freizeit. Stürze bilden mit rund 50 % der Verletzungen und mit knapp 85 % der Todesfälle den dominanten Unfallhergang in diesem Bereich [3]. Stürze führen überproportional oft zu schweren Verletzungen oder sogar zum Tod [1]. Zusätzlich zu den schweren Folgen beobachten wir eine steigende Anzahl an Stürzen, wobei sich von 2014 bis 2018 im Schnitt rund 20 000 mehr Stürze mit Verletzungsfolge ereigneten als im Jahr 2005 [3]. Stürze stellen daher einen bedeutenden Präventionsschwerpunkt dar. Im Vergleich hierzu verletzen sich im Strassenverkehr jährlich rund 21 000 Personen und etwas mehr als 220 Personen sterben, was einem Bruchteil der sturzbedingten Unfälle entspricht. Dies unterstreicht die Dringlichkeit der Prävention von Sturzunfällen.

Böden spielen bei Stürzen in der Ebene und auf Treppen oder Stufen eine Rolle. Zu beachten sind dabei die drei primär sturzrelevanten Bodeneigenschaften Gleitfestigkeit, Begehbarkeit und optische Wahrnehmung (Abbildung 2, S. 27). Die Praxis zeigt, dass in der Planung Ästhetik oder kostensparende Lösungen im Vergleich zu unfallrelevanten Bodeneigenschaften leider oft als wichtiger betrachtet werden. Bestehende Vorschriften und Empfehlungen, welche sicherheitsrelevante Aspekte formulieren, sind je nach Geltungsbereich sehr unterschiedlich und weisen häufig grosse Ermessensspielräume auf. Für bestimmte Hochbauten gibt es vereinzelt spezifischere

Anforderungen an Bodenbeläge, für private Immobilien fehlen Regelungen hingegen fast gänzlich [4]. Dazu kommt, dass es keine einheitliche Definition der kritischen Grössen gibt und deren Messbarkeit oft nicht gegeben ist. Die Unfallrelevanz der Bodeneigenschaften Gleitfestigkeit, Begehbarkeit und optische Wahrnehmung sowie von anderen konstruktionsbedingten Einflussfaktoren ist ausserdem schwierig einzuschätzen und in der wissenschaftlichen Literatur meist nur qualitativ beschrieben.

So allgegenwärtig Bodenbeläge in unserem Alltag sind, das Bewusstsein um die Gefahr, die von Böden und deren Benützung ausgehen kann, und welche Faktoren das Sturzrisiko beeinflussen, ist in der Gesellschaft zu wenig präsent. Dies könnte unter anderem darauf zurückzuführen sein, dass es kaum detaillierte und zugängliche Informationen zu den Ursachen von Stürzen mit Beteiligung von Böden gibt. Zusätzlich liegen nur wenige Informationen zu sicheren Produkten sowie einfachen und gleichzeitig kostengünstigen Sicherheitsmassnahmen vor.

Basierend auf dieser Ausgangslage hat die vorliegende Sicherheitsanalyse zum Ziel, das Unfallgeschehen von Stürzen, bei welchen bodenrelevante Eigenschaften einen Einfluss haben, detailliert darzustellen. In einem weiteren Schritt werden die mit dem Unfallgeschehen verbundenen Einflussfaktoren identifiziert, um abschliessend Präventionsziele und -möglichkeiten zu formulieren, die sich aus dem Gesamtkontext ergeben. Dabei fokussieren wir vor allem auf die Bodenbeläge und die damit verbundenen Elemente (Kapitel III.1) und orientieren uns am Ansatz der Systemtheorie (Kapitel III.2, S. 31).

1. Bodenelemente und -eigenschaften

Die Eigenschaften von Bodenbelägen isoliert zu betrachten, wäre für die Erforschung von Risikofaktoren von Stürzen fatal. Zusätzlich zum Bodenbelag selbst gibt es nachweislich verschiedene mit dem Boden in Zusammenhang stehende Elemente, welche das Sturzrisiko direkt oder indirekt verändern. Folgende

Bodenelemente beeinflussen das Sturzgeschehen massgeblich [5]:

- **Bodenbelag**, einschliesslich möglicher Beschichtungen, Abnützungen oder Beschädigungen
- **Schuh/Fuss**, wie z. B. Sohlenbeschaffenheit oder Abstand zwischen Fuss und Hindernis
- **Umgebungsbedingungen**, wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit oder Lichtverhältnisse
- **Zwischenmedien**, wie z. B. Nässe, Schnee und Eis, und Verschmutzungen oder Gegenstände wie z. B. Laub oder Sand

Die verschiedenen Bodenelemente sind eng miteinander verknüpft. Das bedeutet, dass sich die Elemente gegenseitig positiv (schützend) wie auch negativ (gefährdend) beeinflussen können. Kalte Temperaturen beispielsweise können die Materialeigenschaften des Bodenbelags so verändern, dass sich die Gefahr zu stürzen erhöht, wobei wärmere Temperaturen die Gefahr senken können.

Dem Bodenbelag selbst werden fünf zentrale Eigenschaften zugeordnet (Abbildung 2). Dabei spielen die «Gleitfestigkeit», «Begehbarkeit» und «Optische Wahrnehmung» eine übergeordnete Rolle. Diese drei Eigenschaften werden der Primärprävention zugeordnet, da sie in direktem Zusammenhang mit dem Sturzrisiko stehen. Ihnen gilt deshalb der Fokus im Kapitel Einflussfaktoren (Kapitel V, S. 44).

Die **Gleitfestigkeit** beschreibt die Sicherheit gegen Ausrutschen im Hinblick auf die Anforderungen des gehenden Menschen und die rutschhemmenden Eigenschaften aller interagierenden Bodenelemente (Kapitel III.1, S. 26). Ausrutschen geschieht, wenn die Reibung zwischen Fuss oder Schuh und dem Bodenbelag keinen ausreichenden Widerstand bietet, um den während des Gehens auftretenden Vorwärts-, Rückwärts- und Seitwärtskräften entgegenzuwirken. Im Moment des Ausrutschens ist die Gleitfestigkeit

Abbildung 2: Die fünf unfallrelevanten Bodeneigenschaften Gleitfestigkeit, Begehbarkeit, optische Wahrnehmung, Stossdämpfung und Smarte Eigenschaften; zugeordnet den drei Präventionsebenen Primär-, Sekundär- und Tertiärprävention.



des Bodens kleiner als der momentan geforderte Anforderungsquotient. Die Gleitfestigkeit hängt von einer Vielzahl an Einflussfaktoren ab [6]:

- Materialkombinationen des Bodenbelags, des Schuhs und des Zwischenmediums (z. B. Flüssigkeit)
- Unterschiedliche Oberflächenstrukturen von Bodenbelag und Schuh und deren zeitliche Veränderungen durch die Nutzung
- Bewegungsdynamik
- Umgebungsparameter wie die Temperatur oder die Witterung

Die Bestimmung der Gleitfestigkeit μ (My oder Mü, Zeichen für die Gleitfestigkeit) von Bodenbelägen erfolgt unter standardisierten Bedingungen. Das heisst, dass die anderen Komponenten des Systems – der Schuh, das Zwischenmedium und die Bewegungsgeschwindigkeit – festgelegt sind [6]. Die Sicherheit von

Bodenbelägen wird mithilfe eines Bewertungsschemas für den Schuh- und Barfussbereich beurteilt (Tabelle 2; [7]). Dabei stellen die Kategorien Gleitfestigkeit Schuhbereich 1 (GS 1) und Gleitfestigkeit Barfussbereich 1 (GB 1) die Mindestanforderungen an die Gleitfestigkeit von Bodenbelägen im Schuh- respektive Barfussbereich dar [8].

Eine gute **Begehbarkeit** minimiert das Stolperrisiko. Stolpern erfolgt durch eine plötzliche Blockierung der Bewegung des Fusses in Gehrichtung und bezeichnet das Hängenbleiben des Fusses an einem Hindernis. Gut begehbare Bodenbeläge sind Oberflächen ohne Stolperstellen und mit hinreichender Trittsicherheit [9]. Hindernisse, die ein Stolpern verursachen können, sind:

- Absätze (Stufungen, Schrägen, Rundungen)
- Vertiefungen (Rinnen, Spalten, Öffnungen)

Lose, herumliegende Objekte wie z. B. Stromkabel oder Teppiche mit aufstehenden Rändern, sind weitere Stolperstellen, werden aber nicht zu den Bodenelementen im engeren Sinne gezählt.

Typische Stolperstellen bei Böden sind Absätze bei Belagsübergängen, innerhalb von oder zwischen benachbarten Belägen (z. B. Natursteine, Rasengittersteine) oder Vertiefungen infolge von Belagsschäden. Die gute Nachricht: die Mehrheit der Unebenheiten, die Stolpern auslösen können, lassen sich durch einfache geometrische Merkmale beschreiben [10]. Dies erleichtert die Erkennung und Behebung von Stolpergefahren im Vergleich zur Gleitfestigkeit oder der optischen Wahrnehmung. Eine eindeutige Bewertung von Absätzen, die als sicher oder unsicher gelten, gibt es jedoch keine. Trotzdem finden sich in verschiedenen nationalen und internationalen Vorschriften, Regelwerken, Normen und der Fachliteratur Richtwerte für spezifische Gestaltungsmerkmale (Tabelle 3, S. 29; [9,10]):

Tabelle 2: Klassifizierungen der Gleitfestigkeit für Bodenbeläge des Schuhbereichs (GS) und des Barfussbereichs (GB) nach BFU/Empa/Universität Wuppertal, mit entsprechender Bewertung und erforderlichen Massnahmen nach der Deutschen gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) [5]

Grenzwerte	Bewertungsgruppe	Bewertung / Massnahmen
$\mu \geq 0,60$	GS 4 / GB 3	«uneingeschränkt betriebstauglich»
$0,45 \leq \mu < 0,60$	GS 3 / GB 2	Keine ergänzenden Anforderungen an das Bodensystem notwendig.
$0,30 \leq \mu < 0,45$	GS 2 / GB 1	«rutschhemmend» Das Bodensystem ist betriebstauglich. Die Anforderung an die Gleitfestigkeit gilt als erfüllt. Risikoorientierte Massnahmen ² zur Verbesserung der Gleitfestigkeit werden jedoch als sinnvoll betrachtet.
$0,20 \leq \mu < 0,30$	GS 1 / ¹	«nicht ausreichend rutschhemmend»
$\mu < 0,20$	¹ / ¹	Bodensystem ist kritisch. Es besteht akuter Handlungsbedarf, die Gleitfestigkeit des Bodensystems zu verbessern ² .

¹ Bodenbeläge, für die sich bei Wasser mit Netzmittel im Schuhbereich Gleitreibzahlen von $\mu < 0,20$ und im Barfussbereich $\mu < 0,30$ ergeben, werden nicht klassiert.

² Massnahmen sind: Neuer rutschhemmender Bodenbelag, Nachbehandlung des Bodenbelags, Vermeidung von gleitfördernden Stoffen z. B. durch Überdachung im Aussenbereich etc.

Tabelle 3: Auswahl spezifischer Gestaltungsmerkmale, die das Stolperrisiko beeinflussen, inklusive Richtwerte [9–11]

Gestaltungsmerkmal	Richtwerte	Bemerkungen
Stufungen / Absätze (Höhe)	Keine	Ebene Bodenflächen (SIA 500)
	2 mm	Profilerhebungen (DIN)
	3 mm	Bei Metallrosten (DGUV)
	4 mm	Im Allgemeinen, ohne Angabe von Fussbodenart (DGUV) Zwischen benachbarten Stossstellen (DIN)
	≥ 6 mm	Stolpergefahr für gesunde Personen (Fachliteratur)
Spalten (Breite)	20 mm	Ohne Angabe von Fussbodenart (DGUV)
	10 mm	Bei Metallrosten (DGUV), bei offenen Fugen (SIA 500)
Rinnen (Tiefe)	20 mm	Ränder abgerundet (DGUV)
Schrägen / Rampen (Neigung)	≤ 6°	Geringstmögliches Gefälle (SIA 500)
	< 7°	Bei > 30 cm Höhenunterschied zweier Nutzungsebenen, anstelle einer Ausgleichsstufe (DGUV)
	< 10°	Höhenunterschiede zweier Nutzungsebenen für Personenverkehr (DIN EN ISO)
	> 6° ≤ 12°	Nur mit Handlauf (SIA 500)
Schwellen (Türen) (Höhe)	10 mm	Innenschwellen (Fachliteratur)
	20 mm	Eingänge (Fachliteratur)
	Keine oder 25 mm	Vorzugsweise keine Schwellen im Innenbereich (SIA 500) Einseitige Absätze oder flachgewölbte Deckschienen zulässig im Innenbereich oder bei Zugängen zum Aussenbereich (SIA 500)

Die **optische Wahrnehmung** beschreibt die Güte der Sichtbarkeit von räumlichen sowie nutzungs- und materialbezogenen Eigenschaften. Die optische Wahrnehmung von Bodenbelägen hat in der Prävention von Stürzen aufgrund von Straucheln eine hohe Relevanz, ist aber auch für die Vermeidung von Stürzen durch Stolpern und Ausrutschen wichtig. Straucheln zeichnet sich durch den Verlust des Gleichgewichts z. B. durch Schwindel aus [1]. Starke Bemusterung, einheitliche Raumumgebungen, schlechte Lichtverhältnisse sowie Beleuchtung können visuelle Täuschungen hervorrufen, die einen Gleichgewichtsverlust begünstigen [12,13]. Die optische Wahrnehmung wird durch die Kombination verschiedener Aspekte beschrieben (Tabelle 4, S. 30), was eine absolute oder in Zahlen ausgedrückte Beurteilung verhindert. Spezifische Anforderungen an einzelne Aspekte der optischen Wahrnehmung, z. B. an die Beleuchtung, sind in den Schweizer Normen SN EN 12464-1

und 12464-2 «Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen» respektive «im Freien» festgehalten [14,15]. Zusätzlich finden sich viele Empfehlungen in der Schweizerischen Norm für hindernisfreie Bauten (SIA 500) [9] und der Deutschen gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) Information 215-112 «Barrierefreie Arbeitsgestaltung» [16]. Einzelne Aspekte der optischen Wahrnehmung können zudem durch Messungen bestimmt werden. Der Kontrast z. B. wird anhand des Reflexionsgrads zweier Flächen ermittelt. Der Reflexionsgrad für Materialien und Farben wird normalerweise vom Hersteller angegeben. Fehlen die Angaben, kann der Reflexionsgrad einer Fläche durch die Messung der Leuchtdichte vorgenommen werden [9].

Tabelle 4: Die wichtigsten Aspekte, die die optische Wahrnehmung von Bodenbelägen beeinflussen, inklusive deren Umsetzung [9,16]

Aspekt	Umsetzung
Wahrnehmbarkeit, Erkennbarkeit	Kontrastreiche Gestaltung durch: <ul style="list-style-type: none"> • Leuchtdichte • Farbe • Form • Grösse • Struktur • Vermeidung von Spiegelungen durch geschliffene oder polierte Oberflächen
Beleuchtung	Vermeidung von: <ul style="list-style-type: none"> • Ungleichmässiger Beleuchtung • Relativblendung aufgrund von zu grossem Leuchtdichteunterschied (z. B. durch ungenügend geschützte Lichtquellen) • Absolutblendung durch zu hohe Leuchtdichte • Adaptationsblendung durch unvermittelte Änderung der Leuchtdichte • Reflexionen (Spiegelungen) • Geringer Beleuchtungsstärke • Extremer Schattenbildung und dunklen Zonen
Unterschiedliche Nutzung (v. a. in Aussenbereichen)	Deutliche Unterscheidung von Bodenbelägen durch: <ul style="list-style-type: none"> • Grösse (z. B. der Pflasterung oder Platten) • Form • Farbe • Kontrast
Orientierung (in Aussenbereichen)	Deutlicher, visueller Kontrast durch: <ul style="list-style-type: none"> • Helle Elemente mit Leitfunktion • Fugenbild in Bewegungsrichtung
Orientierung (in Innenbereichen)	Böden, die sich visuell kontrastierend von folgenden Bauteilen abheben: <ul style="list-style-type: none"> • Wänden und Böden • Türen und Zargen • Bedienelementen und deren Umgebung
Gefahrenstellen (v. a. in Aussenbereichen)	Kennzeichnung durch: <ul style="list-style-type: none"> • Visuell und taktil auffällige Elemente (auffälliger als Elemente mit Leitfunktion)
Sicherheitsgefühl	Vermitteln von Sicherheit durch: <ul style="list-style-type: none"> • Sandig-erdige Farbgestaltung • Vermeidung von durchsichtigen Flächen (z. B. Glas oder Gitterroste)

Die drei Bodeneigenschaften Gleitfestigkeit, Begehbarkeit und Sichtbarkeit wirken sich direkt auf das Sturzrisiko aus und werden der Primärprävention zugeordnet (Abbildung 2, S. 27). **Stossdämpfende Bodeneigenschaften** können dazu führen, dass die auf den Körper wirkenden Kräfte reduziert werden (Kapitel V.2.1.2, S. 47). Stossdämpfende Bodeneigenschaften beeinflussen somit die Verletzungsfolgen eines Sturzes und sind daher der Sekundärprävention zuzuordnen. **Smarte Bodeneigenschaften** stellen beispielsweise durch automatisches Erkennen einer am Boden liegenden Person eine schnelle Rettung sicher und sind der Tertiärprävention zuzuordnen. Eine schnelle Rettung vermindert die physischen und psychischen Folgen eines Sturzes und verhindert im äussersten Fall den Tod der gestürzten Person. Die psychischen Folgen eines Sturzes sind nicht zu unterschätzen und führen meist zu grosser Sturzangst. **Smarte Eigenschaften** können sich deshalb indirekt auf das Sturzrisiko auswirken, da die Sturzangst das Risiko für Stürze erhöht [17]. Im vorliegenden Bericht fokussieren wir hauptsächlich auf Einflussfaktoren, die die drei der Primärprävention zugeordneten Bodeneigenschaften beeinflussen. Weitere, ergänzende Einflussfaktoren werden diskutiert.

Übereinstimmend mit dem BFU-Grundsatz «Verhältnisprävention vor Verhaltensprävention» setzen wir einen Fokus auf Einflussfaktoren, die auf das gesamte soziotechnische System abzielen. Dabei handelt es sich um systemorientierte Einflussfaktoren, z. B. bauliche oder normative Vorgaben. Im Gegensatz dazu setzt die Verhaltensprävention direkt beim Menschen an und weist einen kleineren Wirkungskreis auf als die Verhältnisprävention. Einflussfaktoren, die auf individuelle Verhaltensweisen Einfluss nehmen, werden daher nur ergänzend behandelt.

2. Systemansatz

Die vorliegende Sicherheitsanalyse basiert auf dem Ansatz der Systemtheorie. Dies bedeutet, dass das System, in welchem sich ein Unfall ereignet, als Ganzes betrachtet wird. Dabei werden die Interaktionen

zwischen Technologie und Mensch und den übergeordneten Ebenen, z. B. der Regulation, analysiert [18]. Den Kern des Systems bilden die Bodenelemente (Kapitel III.1, S. 26). Die das Unfallgeschehen beeinflussenden Faktoren werden mithilfe der «PreviMAP» im Kapitel Einflussfaktoren systematisch dargestellt (Kapitel V, S. 44). Die PreviMAP und deren Erläuterungen bilden die Grundlage für die Präventionsansätze (Kapitel VI, S. 63).

Die PreviMAP

Die PreviMAP ist eine strukturierte und systematische Darstellung von Einflussfaktoren für Unfälle, welche das gesamte soziotechnische System berücksichtigt. Die von der BFU erstmals im Kontext Bergwandern entwickelte PreviMAP [19] stellt eine angepasste Version von Rasmussens AcciMAP [20] dar, welche von Goode et al. [18] weiterentwickelt wurde. Die PreviMAP stellt die Einflussfaktoren in einem System mit sechs verschiedenen Ebenen dar (Abbildung 3, S. 32). Die unteren drei Ebenen «Natur und Umwelt», «Ausrüstung und Hilfsmittel» sowie «Mensch» beschreiben das unmittelbare Unfallgeschehen und widerspiegeln die proximalen Einflussfaktoren auf das Unfallgeschehen. Die oberen Ebenen «Gesellschaft», «Regulation» und «Dienstleistung» beschreiben die vorherrschenden Rahmenbedingungen und werden als die distalen Einflussfaktoren bezeichnet.

Die Gleitfestigkeit, Begehbarkeit und optische Wahrnehmung von Bodenbelägen wird durch eine Vielzahl von Einflussfaktoren beeinflusst. Die durch uns identifizierten Einflussfaktoren auf das Sturzgeschehen im Kontext Böden (Kapitel V, S. 44) werden anhand der PreviMAP Stürze (Abbildung 3, S. 32) strukturiert und systematisch eingeordnet.

Abbildung 3: BFU-PreviMAP Stürze

Gesellschaft

Werte und soziale Normen <ul style="list-style-type: none"> • Risikokultur • Leistungsdenken • Gesundheit und Sicherheit 	Wirtschaft und Technologie <ul style="list-style-type: none"> • Digitalisierung • Angebotsvielfalt • Mobilität 	Wissen und Interessen <ul style="list-style-type: none"> • Forschung • Gesundheits-, Bewegungs- und Sportförderung • Wohnraumförderung 	Gesellschaftliche Trends <ul style="list-style-type: none"> • Aktives Altern • Urbanisierung
--	--	--	---

Regulation

Öffentliche Regulation <ul style="list-style-type: none"> • Gesetze • Verordnungen • Weisungen • Rechtsprechung • Vollzug 	Private Regulation <ul style="list-style-type: none"> • Richtlinien und Empfehlungen • Technische Normen • Förderinstrumente und Subventionen
---	---

Dienstleistung

Informationen <ul style="list-style-type: none"> • Verfügbarkeit • Quelle • Qualität • Inhalt 	Ausbildungen <ul style="list-style-type: none"> • Verfügbares Angebot • Ausbildungsstrukturen • Qualität • Inhalt 	Angebote und Produkte <ul style="list-style-type: none"> • Verfügbares Angebot • Qualität • Beratung und Service 	Gesundheitsversorgung <ul style="list-style-type: none"> • Verfügbarkeit • Qualität • Alarmierung
--	--	--	---

Natur und Umwelt

Natürliche Umgebung (beständig) <ul style="list-style-type: none"> • Absturzgefahr • Untergrund • Steilheit 	Aktuelle Verhältnisse (veränderlich) <ul style="list-style-type: none"> • Wetter / Klima • Sichtverhältnisse • Auf-/Abstieg 	Bauten (konstruktionsbedingt) <ul style="list-style-type: none"> • Absturzsicherung • Treppensicherheit • Bodenbeläge • Beleuchtung • Weitere bauliche Aspekte 	Betrieb (nutzungsbedingt) <ul style="list-style-type: none"> • Zustand Bauten • Hausrat • Haustiere • Nutzungsdichte
---	---	--	---

Ausrüstung und Hilfsmittel

Bekleidung <ul style="list-style-type: none"> • Schuhe • Kleidung 	Schutzausrüstung <ul style="list-style-type: none"> • Protektoren • Schuhketten 	Notfallausrüstung <ul style="list-style-type: none"> • Alarmierungssysteme • Erste-Hilfe-Material 	Weitere Hilfsmittel <ul style="list-style-type: none"> • Gehhilfe • Aufstiegshilfe • Sehhilfe • Hörhilfe
--	--	--	---

Mensch

Individuelle Voraussetzungen <ul style="list-style-type: none"> • Alter, Geschlecht, Herkunft • Körper • Psyche • Kognition • Erfahrung, Kenntnisse, Gewohnheiten • Risikokompetenz 	Situationsbedingte Faktoren <ul style="list-style-type: none"> • Motivation • Ermüdung • Emotionen • Hektik • Ablenkung • Alkohol-, Medikamenten- und Drogenkonsum 	Soziale Interaktion <ul style="list-style-type: none"> • Soziale Kontrolle • Gruppendynamik • Soziale Kontakte • Pflege und Betreuung
--	---	--

Die PreviMAP stellt die proximalen Einflussfaktoren (Kapitel V.2, S. 46) und die distalen Einflussfaktoren (Kapitel V.3, S. 55) systematisch in den sechs Systemebenen und deren Systembereichen dar.

IV. Unfallgeschehen

Jedes Jahr verletzen sich über 285 000 Personen infolge von Stürzen. In einem Fünftel der Fälle ist mindestens eine bodenrelevante Eigenschaft unfallursächlich, es ist jedoch von einer grösseren Dunkelziffer auszugehen. Informationen zu tödlichen Stürzen mit Beteiligung von Böden fehlen gänzlich. Die meisten Unfälle ereignen sich im Freien, wobei die Altersgruppe der Erwachsenen (17 Jahre und älter) am meisten betroffen sind.

1. Datengrundlagen

Die BFU-Hochrechnung bildet als einzige Quelle das Gesamtunfallgeschehen «Stürze» der Schweizer Bevölkerung umfassend ab [21]. Die BFU-Hochrechnung ist eine Schätzung der Zahl der Verletztenfälle der drei Altersgruppen «Kinder und Jugendliche» (0–16 Jahre), «Erwachsene im erwerbstätigen Alter» (17–64 Jahre) und «Ältere Erwachsene» (über 64 Jahre; Tabelle 5, S. 34). Die BFU-Hochrechnung dient für die vorliegende Analyse als Grundlage zur Beschreibung des Gesamtunfallgeschehens (Kapitel IV.3, S. 35). Die Daten der BFU-Hochrechnung lassen jedoch keine Identifikation von Unfällen zu, welche sich aufgrund unvorteilhafter Bodeneigenschaften ereignen. Trotzdem bildet die BFU-Hochrechnung des Gesamtunfallgeschehens eine wichtige Grundlage für das Erkennen von Präventions-schwerpunkten, vor allem für die Altersgruppen der Kinder und Jugendlichen sowie der älteren Erwachsenen.

Im Gegensatz zur BFU-Hochrechnung werden Stürze in der UVG-Statistik der Sammelstelle für die Statistik der Unfallversicherung (SSUV)¹ detaillierter erfasst [22]. Die UVG-Statistik erlaubt eine vertiefte Analyse von Unfallhergängen (Kapitel IV.4.1, S. 38), Bodenarten (Kapitel IV.4.2, S. 38), Umgebungen (Kapitel IV.4.3, S. 40) sowie der Verletzungsschwere (Kapitel IV.4.4, S. 41). Die UVG-Statistik bildet daher die zentrale Grundlage für die präsentierten Daten in diesem Bericht. Ein Nachteil der

UVG-Statistik ist jedoch, dass die Altersgruppen der Kinder und Jugendlichen sowie jene der älteren Erwachsenen und der selbstständig erwerbstätigen Personen fehlen (Tabelle 5, S. 34). Um diese Lücken zu schliessen, werden punktuell Daten aus der BFU-Hochrechnung beigezogen. Die Datenlage für Personengruppen, die nicht in der UVG-Statistik erfasst

werden, muss deshalb als unsicher betrachtet werden.

Tödliche Unfälle der Schweizer Wohnbevölkerung werden in der Todesursachenstatistik des Bundesamts für Statistik (BFS) erfasst (Tabelle 5, S. 34; [23]). Die Todesursache Sturz wird in den meisten Fällen als «nicht näher bezeichneter Sturz» kodiert. Eine ausreichende Identifikation von spezifischen Sturzhergängen ist daher nicht möglich. Zudem sind am Unfall beteiligte Gegenstände, wie z. B. ein schadhafter Bodenbelag, nicht bekannt. Aufgrund dieser Ausgangslage können Stürze mit Todesfolge, bei welchen Bodeneigenschaften ursächlich sein können, nicht spezifisch ausgewertet werden. Die Todesursachenstatistik des BFS wird nur für die Beschreibung des Gesamtunfallgeschehens beigezogen (Kapitel IV.3, S. 35).

2. Methodik

Die vorliegende Beschreibung des Unfallgeschehens ist in drei Teile gegliedert: die Beschreibung des Gesamtunfallgeschehens (Kapitel IV.3, S. 35), des Unfallgeschehens im Detail (Kapitel, S. 38) und der Abschätzung der Unfallkosten (Kapitel IV.5, S. 42). Das Gesamtunfallgeschehen wird mithilfe der Daten aus der BFU-Hochrechnung beschrieben. Für die Analyse des detaillierten Unfallgeschehens wurden alle Daten der UVG-Statistik aus dem Bereich Haus und Freizeit (HF) nach dem Unfallhergang Sturz gefiltert. Die gefilterten Daten bilden die «UVG Grundgesamtheit Stürze HF» und beinhalten alle Unfälle mit den Hergängen Sturz auf gleicher Ebene, Sturz aus der Höhe und Sturz auf Treppe oder Stufe (Abbildung 4, S. 35). In einem zweiten Schritt haben wir diese Grundgesamtheit nach allen Fällen gefiltert, bei welchen als Gegenstand mindestens eine bodenrelevante Eigenschaft kodiert war. Natürliche Bodenarten, wie z. B. Naturböden oder natürliche Bodenvertiefungen, sind von den Filtereigenschaften ausge-

¹ Die Statistiken, die auf den Daten der SSUV basieren, umfassen Unfälle von Arbeitnehmenden, die gemäss Bundesgesetz obligatorisch über die Unfallversicherung (UVG) versichert sind.

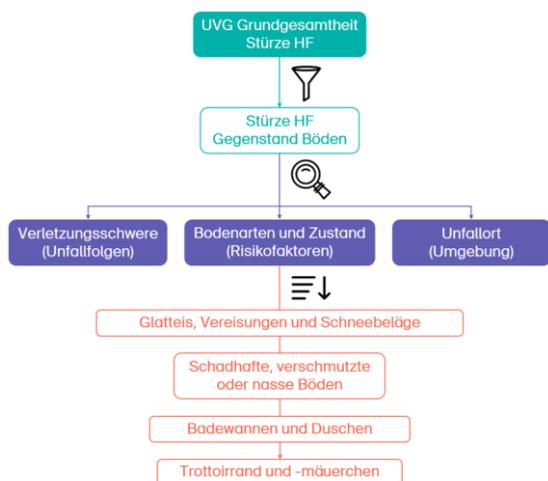
Tabelle 5: Übersicht Datengrundlagen, angepasst von Ellenberger und Bächli, 2022 [24]

Datenquelle	Basis	Vorteile	Nachteile
BFU-Hochrechnung Ø 2013–2017	<ul style="list-style-type: none"> • Schätzung der Zahl der Personenschäden in der Schweizer Wohnbevölkerung aufgrund verschiedener Datenquellen • Aufteilung in drei Alterssegmente: <ul style="list-style-type: none"> • Kinder und Jugendliche: 0–16 Jahre • Erwachsene im erwerbstätigen Alter: 17–64 Jahre • Ältere Erwachsene: 65+ Jahre • Die Hochrechnung wurde 2013 revidiert. Ihr liegen die Daten einer eigens durchgeführten Haushaltsbefragung zugrunde. 2011 wurde das Unfallgeschehen von 15 000 Haushalten telefonisch und internetbasiert erhoben (Unfallhergang, Unfallort, Betätigung zum Zeitpunkt des Unfalls, Verletzungsfolgen, demografische Merkmale). Die für 2020 geplante Revidierung verzögert sich aufgrund der Corona-Pandemie. 		
Statistik der Unfallversicherung (UVG) Ø 2013–2017	<ul style="list-style-type: none"> • Hochrechnung einer 5%-Stichprobe aller registrierten Nichtberufsunfälle der obligatorisch nach UVG versicherten ca. 16- bis 65-jährigen Personen (2017: ca. 4,6 Mio. Versicherte) • Fälle mit Anspruch auf IV- oder Hinterlassenenrente werden vollumfänglich erhoben 	<ul style="list-style-type: none"> • Verletzungsmuster im Detail bekannt • Angaben zur Tätigkeit und Umgebung sowie Kategorien zum Hergang bekannt 	<ul style="list-style-type: none"> • Fehlende Personengruppen (Kinder, Studierende, Senioren, andere Nichterwerbstätige)
BFS: Todesursachenstatistik (TUS)	<ul style="list-style-type: none"> • Vollständige Erhebung der (bei Unfällen) verstorbenen Personen der ständigen Schweizer Wohnbevölkerung 	<ul style="list-style-type: none"> • Umfassend 	<ul style="list-style-type: none"> • Kaum nähere Angaben zum Unfallhergang

schlossen («Stürze HF Gegenstand Böden», Abbildung 4, S. 35; Anhang Tabelle 14, S. 77). In einem weiteren Schritt wurden diese Fälle im Detail nach Bodenarten oder Zustand (Kapitel IV.4.2, S. 38), Umgebungen (Kapitel IV.4.3, S. 40) sowie der BIVerletzungsschwere (Kapitel IV.4.4, S. 41) untersucht. Die meistgenannten Eigenschaften bilden somit die Unfallschwerpunkte in diesen drei Unterkategorien, wie am Beispiel «Bodenart und Zustand» in Abbildung 4 gezeigt. Da Bodeneigenschaften beim Unfallhergang Sturz aus der Höhe keine Rolle spielen (Abbildung 6, S. 38, rechts), wurde dieser Hergang für die Auswertungen nach Bodenart, Umgebung und Verletzungsschwere nicht berücksichtigt.

Weitere Analysen, z. B. nach Tätigkeit oder weiteren Gegenständen, sind aufgrund der limitierten Datennlage nicht möglich.

Abbildung 4: Vorgehen Datenanalyse zur Beschreibung des Unfallgeschehens im Detail (Kapitel IV.4, S. 38); HF = Haus und Freizeit



Die Ausgangslage für die Kostenschätzung im vorliegenden Bericht ist die Abschätzung der Kosten von Stürzen nach Alter und Verletzungsgrad gemäss BFU-Kostenberechnung (Anhang Tabelle 15, S. 77; [21]). Basierend auf der UVG-Statistik wurden in einem ersten Schritt die Anteile von Stürzen mit Beteiligung von Böden nach Alter und Verletzungsschwere berechnet (Ø 2010–2014, Anhang Tabelle 16, S. 78) und in einem zweiten Schritt auf die Daten von 2015–2018 skaliert (Anhang Tabelle 17, S. 79). Weil für Kinder und Jugendliche bis und mit 16 Jahren sowie für ältere Erwachsene über 65 Jahren keine UVG-Daten vorliegen, wurden stellvertretend alle in der UVG versicherten Personen von 0 bis 19 Jahren sowie alle über 60-Jährigen zusammengefasst. Diese Annäherung ist analog zum Vorgehen der BFU-Hochrechnung [3]. Für die Abschätzung der Kosten von Todesfällen gibt es keine Angaben dazu, welchen Anteil Stürze mit Beteiligung von Böden ausmachen. Daher wurde für Todesfälle die gleiche Verteilung wie bei der Anzahl Verletzten angenommen. Aufgrund der vielen Annahmen, die zu der Kostenschätzung für Stürze mit Beteiligung von Böden führen, werden die Daten zusammengefasst nach Alter, jedoch ohne Differenzie-

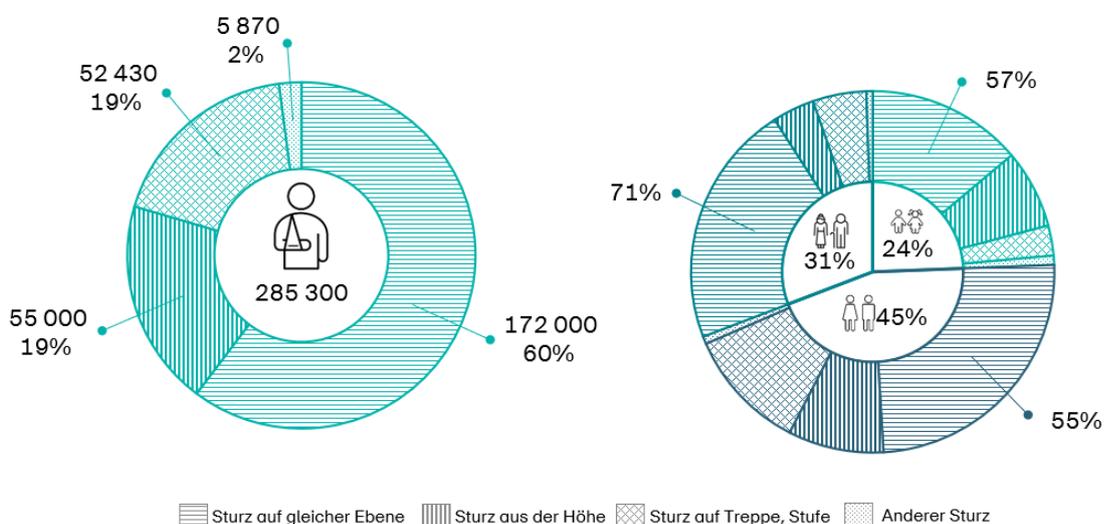
rung nach Verletzungsschwere präsentiert. Das detaillierte Vorgehen zur Berechnung der Kostenschätzung ist im Anhang beschrieben (Kapitel VIII.2, S. 77).

3. Gesamtunfallgeschehen

Eine detaillierte Analyse des Gesamtunfallgeschehens Sturz ist im Report «Unfallschwerpunkte im Bereich Haus und Freizeit» für alle Altersgruppen beschrieben [1]. Im Folgenden sind die für diese Analyse wichtigsten und relevantesten Kennzahlen zusammengefasst.

Von den rund 570 000 Verletzten im Bereich Haus und Freizeit sind die Hälfte auf die Unfallursache Sturz zurückzuführen. In 60 % aller Stürze ist der «Sturz auf gleicher Ebene» der dominante Unfallhergang. Mit je knapp 20 % bilden der «Sturz aus der Höhe» und der «Sturz auf Treppe oder Stufe» zwei weitere Schwerpunkte bei den Unfallhergängen (Abbildung 5, S. 36, links).

Abbildung 5: Verletzte nach Stürzen im Bereich Haus und Freizeit nach Unfallhergängen (links), sowie nach Alter und Unfallhergängen (rechts), Ø 2014–2018



Quelle: BFU-Hochrechnung

Mit 45 % aller Sturzunfälle weisen Erwachsene im erwerbstätigen Alter zwischen 17 und 64 Jahren die höchste Inzidenz an Stürzen auf (Abbildung 5, rechts). Dies ist zu erwarten, da diese Altersgruppe die bevölkerungsstärkste Gruppe bildet. Rund ein Drittel aller Stürze ereignen sich in der Altersgruppe der älteren Erwachsenen über 64 Jahre und knapp ein Viertel in der Gruppe der Kinder und Jugendlichen zwischen 0 und 16 Jahren [3]. Im Vergleich zur Inzidenz zeigt die Verletztenrate ein anderes Muster. Mit knapp 6000 resp. knapp 5000 verletzten Personen pro 100 000 Einwohnerinnen und Einwohner bilden die über 65-Jährigen und die unter 17-Jährigen die beiden Schwerpunkte (Tabelle 6, S. 37).

In allen Altersgruppen ist der Sturz auf gleicher Ebene bei mehr als der Hälfte der Stürze der dominante Unfallhergang (Abbildung 5, rechts). Dies ist insbesondere deswegen von Bedeutung, da bodenrelevante Eigenschaften vor allem bei Stürzen in der Ebene eine ursächliche Rolle spielen (Kapitel IV.4.1, S. 38). Bei den älteren Erwachsenen ist der Sturz auf gleicher Ebene sogar mit 71 % vertreten. Dies zeigt die hohe

Relevanz von Stürzen auf gleicher Ebene bei dieser Altersgruppe. Die Dominanz von Stürzen auf gleicher Ebene ist auch bei der Verletztenrate ersichtlich (Tabelle 6, S. 37). Im Schnitt ist die Verletztenrate von Stürzen auf gleicher Ebene mehr als dreimal höher als bei den Hergängen Sturz aus der Höhe und Sturz auf Treppe oder Stufe. Bei den über 65-jährigen Erwachsenen verunfallen jedes Jahr mehr als 4000 pro 100 000 Personen. «Andere Stürze» spielen im Vergleich mit den anderen Sturzhergängen eine vernachlässigbare Rolle und werden in der detaillierten Analyse des Unfallgeschehens nicht mehr aufgeführt.

Tabelle 6: Verletzten- und Sterberate pro 100 000 Einwohner/-innen nach Alter, Geschlecht und Unfallhergang, Ø 2014–2018

		0-16	17-64	65+	Total
Verletztenrate (pro 100 000 Einwohner/-innen)	Unfallhergang				
	Sturz auf gleicher Ebene	2807	1299	4161	2067
	Sturz aus der Höhe	1423	448	715	661
	Sturz auf Treppe oder Stufe	545	575	911	630
	Anderer Sturz	168	35	107	71
Sterberate (pro 100 000 Einwohner/-innen)	Geschlecht				
	Männlich	4803	2153	3205	2787
	Weiblich	5089	2566	8015	4059
	Total	4942	2357	5894	3429
	Geschlecht				
Männlich	0.2	2.2	101	18	
Weiblich	0.1	0.9	112	23	
Total	0.1	1.6	107	20	

Quelle: BFU-Hochrechnung, BFS: Todesursachenstatistik, BFS: STATPOP

Vergleicht man die Anzahl Sturzunfälle von Frauen und Männern, sind klare Unterschiede zu erkennen. Bei Kindern und Jugendlichen sind die Unterschiede zwischen Mädchen und Knaben nur bei Stürzen aus der Höhe zu beobachten [1]. Knaben verletzen sich bei Stürzen aus der Höhe dreimal häufiger als Mädchen. Bei Stürzen aus der Höhe spielen bodenrelevante Eigenschaften jedoch praktisch keine Rolle, daher kann dieser Unterschied vernachlässigt werden. In der Altersgruppe der erwerbstätigen Erwachsenen verletzen sich Frauen signifikant häufiger als Männer. Diese Tatsache könnte auf die erhöhte Exposition von Frauen im Bereich Haus und Freizeit zurückzuführen sein. Bei den älteren Erwachsenen ist der Unterschied zwischen Frau und Mann noch ausgeprägter. Eine mögliche Begründung für den noch grösseren Unterschied ist erneut die erhöhte Exposition von Frauen im Bereich Haus und Freizeit in Kombination mit einem erhöhten Verletzungsrisiko aufgrund persönlicher Voraussetzungen wie z. B. Osteoporose in dieser Altersgruppe [1]. Die höhere Inzidenz von Sturzunfällen von erwachsenen Frauen zeigt sich auch in den Verletztenraten. Frauen im erwerbstätigen Alter weisen eine 20 % höhere Unfallrate auf als Männer im gleichen Alterssegment. Bei Frauen über 65 Jahren ist die Unfallrate sogar mehr als doppelt so hoch (Tabelle 6). Erwachsene Frauen

können daher als Risikogruppe im Hinblick auf Verletzungen aufgrund von Stürzen betrachtet werden.

Stürze führen in 80 % der Fälle zu leichten Verletzungen [1]. Nichtsdestotrotz bilden Mittelschwerverletzte sowie Schwerverletzte mit rund 36 000 resp. knapp 21 000 Fällen einen bedeutenden Anteil, vor allem, wenn man bedenkt, dass diese Personen mindestens einen Monat bei mittelschweren und mehr als drei Monate bei schweren Verletzungen ausfallen.

Mit 1600 Todesfällen aufgrund von Stürzen sterben in der Altersgruppe der älteren Erwachsenen mit Abstand am meisten Personen [3]. Die Anzahl Todesfälle von älteren Erwachsenen widerspiegelt sich auch in der Sterberate (Tabelle 6, S. 37). Ob und wie viele dieser Todesfälle sich aufgrund von nachteiligen Bodeneigenschaften ereignet haben, geht aus der Datenlage nicht hervor [23]. Es ist anzunehmen, dass Bodeneigenschaften auch bei den Todesfällen eine grosse Rolle spielen. Dies und die hohe Anzahl an Todesfällen unterstreicht die Erkenntnis, dass ältere Erwachsene eine zentrale Risikogruppe sind.

4. Das Unfallgeschehen im Detail

4.1 Sturzergänge

In der UVG-Statistik unterscheidet man zwischen drei Sturzergängen:

- Sturz auf gleicher Ebene
- Sturz auf Treppe oder Stufe
- Sturz aus der Höhe

Bei knapp 20 % aller Sturzunfälle, die in der UVG-Statistik verzeichnet sind, ist mindestens eine Bodenart als Einflussfaktor beschrieben (Abbildung 6, links). Es ist jedoch von einer grossen Dunkelziffer auszugehen. Von diesen Fällen ereignen sich mehr als 90 % in der Ebene und etwas weniger als 10 % auf Treppen oder Stufen (Abbildung 6, rechts). Wie erwartet, spielen Bodeneigenschaften bei Stürzen aus der Höhe praktisch keine Rolle (< 1 %).

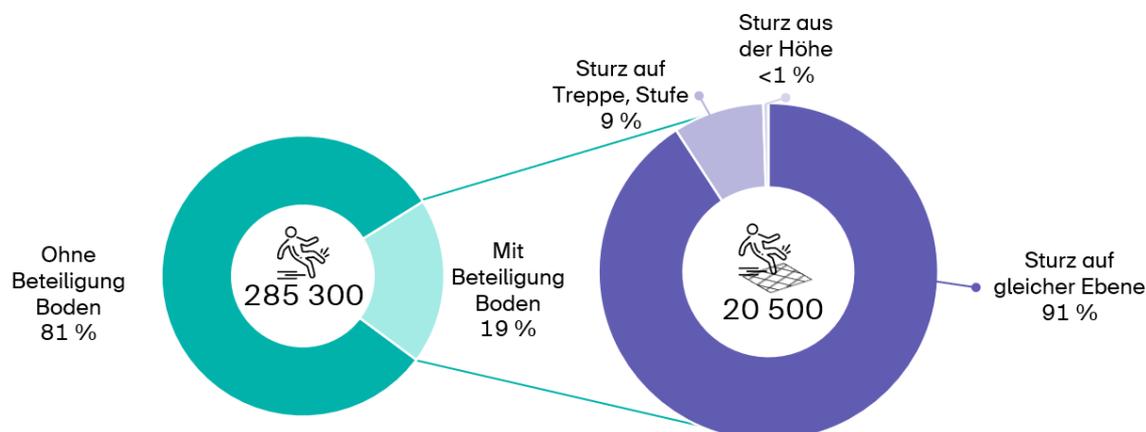
Der grosse Anteil an Stürzen auf gleicher Ebene ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass unvoreilhaftige Bodeneigenschaften bei Stürzen in der

Ebene eine übergeordnete Rolle spielen. Dieser Effekt verdeutlicht sich, wenn man die Verteilung der Sturzergänge ohne Beteiligung des Bodens betrachtet (Abbildung 5, S. 36, links). In diesem Fall sind nur etwas mehr als 60 % aller Fälle Stürze auf gleicher Ebene [22]. Dieser Unterschied von ca. 30 % zwischen Stürzen mit und ohne Beteiligung des Bodens ist daher auf den Einfluss des Bodens zurückzuführen. Die erhöhte Inzidenz für Stürze in der Ebene mit und ohne Beteiligung des Bodens kann zum Teil dadurch erklärt werden, dass man den meisten Teil der Zeit in der Ebene verbringt. Dies führt zu einer erhöhten Exposition für Stürze in der Ebene – unabhängig von der Beteiligung von Böden.

4.2 Bodenarten und Zustand

In der UVG-Statistik wird neben den Sturzergängen auch die in der Unfallbeschreibung genannte Bodenart oder der Zustand des Bodens kodiert. Grundsätzlich können vier sturzrelevante Aspekte analysiert werden (Tabelle 7, S. 39).

Abbildung 6: Verletzte im UVG-Segment durch einen Sturz ohne und mit Beteiligung des Bodens (links, Anzahl Verletzte = 127 900) und nach Sturzergang und Beteiligung des Bodens (rechts, Anzahl Verletzte = 20 500), Ø 2014–2018



Quelle: SSUV: UVG-Statistik

Tabelle 7: Verletzte im UVG-Segment durch einen Sturz mit Beteiligung eines Bodens nach Bodenart, Ø 2014–2018 (Mehrfachnennungen möglich, Anzahl Verletzte = 20 500)

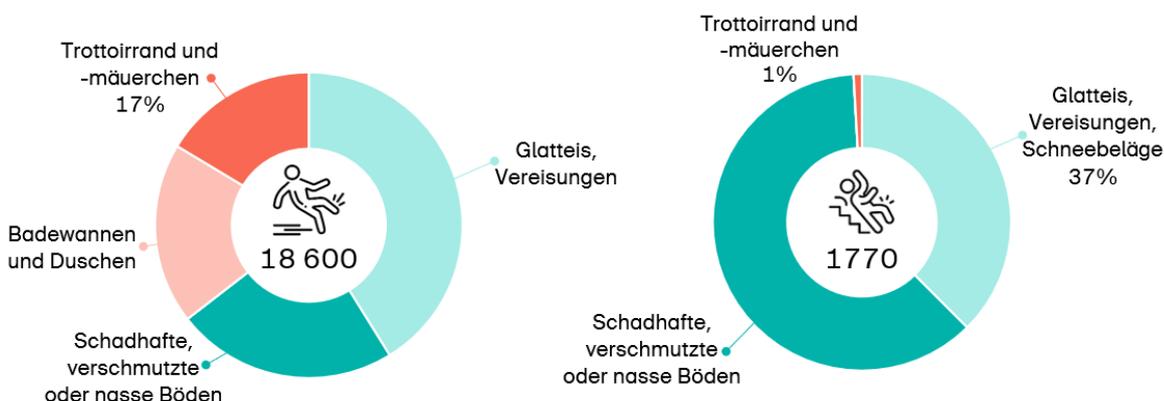
Bodenart / Zustand	Anzahl	Anteil
Glatteis, Vereisungen, Schneebeläge	8502	42%
Schadhafte, verschmutzte oder nasse Böden	5541	27%
Badewannen und Duschen	3693	18%
Trottoirrand und -mäuerchen	3140	15%

Quelle: SSUV: UVG-Statistik

Winterliche Zustände wie Glatteis, Vereisungen und Schneebeläge werden am häufigsten bei Stürzen mit Beteiligung Boden genannt. Sieben von acht dieser Stürze ereignen sich bei Glatteis und Vereisungen [22]. Eis und Schnee können jedoch nicht per se in direkten Zusammenhang mit Bodenbelägen gebracht werden. Es muss angenommen werden, dass sich einige dieser Stürze auch in freiem Gelände, z. B. auf einem gefrorenen See, ereignen. Wird ein Bodenbelag, z. B. bei Hauseingängen, nicht rechtzeitig und fachgemäss von Schnee und Eis befreit, stellt dies

eine grosse Gefahrenquelle dar. Daher sind winterliche Bedingungen ein wichtiger und nicht zu vernachlässigender Einflussfaktor für Stürze aufgrund von unvorteilhaften Bodeneigenschaften. Schadhafte, verschmutzte oder nasse Böden in und um Hochbauten herum beeinflussen in etwas mehr als einem Viertel das Unfallgeschehen bei Stürzen (Tabelle 7). Knapp 20 % der Stürze ereignen sich in einer Badewanne oder Dusche. Berücksichtigt man die Zeit, die man in der Dusche oder Badewanne verbringt, ist dieser Anteil sogar noch stärker zu gewichten. Genaue Aussagen lassen sich jedoch nicht machen, da Expositionsdaten fehlen. Rund 15 % der Stürze passieren im Bereich eines Trottoirrandes oder -mäuerchen. Hier ist zu betonen, dass dies Trottoirs im privaten Bereich sind, die nicht der Strassenverkehrsinfrastruktur zuzuordnen sind. Möglicherweise geschehen diese Unfälle oft bei Übergängen von privater zu öffentlicher Infrastruktur, wo vermehrt Niveauunterschiede durch Absätze oder Neigungen ausgeglichen werden, um die beiden Infrastrukturen zu verbinden. Diese Aussage lässt sich jedoch aufgrund der Datenlage nicht bestätigen.

Abbildung 7: Verletzte im UVG-Segment durch einen Sturz auf gleicher Ebene (links) oder auf Treppen, Stufen (rechts) mit Beteiligung eines Bodens nach Bodenart oder Zustand, Ø 2014–2018 (Mehrfachnennungen möglich, Anzahl Verletzte Stürze auf gleicher Ebene = 18 600, Anzahl Verletzte Stürze auf Treppe oder Stufe = 1770)



Quelle: SSUV: UVG-Statistik

Bei Stürzen auf gleicher Ebene spielen alle vier Bodenarten und Zustände eine Rolle (Abbildung 7, links). Die Verteilung der Bodenarten widerspiegelt die Verteilung aller Sturzhergänge (Tabelle 7, S. 39). Betrachtet man nur die Stürze, die sich aufgrund von unvoreilhaftigen Bodeneigenschaften auf Treppen oder Stufen ereignen, zeigt sich ein anderes Muster (Abbildung 7, S. 39, rechts). Die beiden vorherrschenden Zustände von Böden sind mit etwas mehr als einem Drittel winterliche Bedingungen sowie mit gut zwei Dritteln schadhafte, verschmutzte und nasse Böden. Weitere Informationen zu spezifischen Bodeneigenschaften wie z. B. Material, Gleitfestigkeit, Schwellen etc. oder Kombinationen mit weiteren Gegenständen wie z. B. Stückgütern, Schuhen, Spiel-

zeug etc. sind in den Datengrundlagen nicht dokumentiert und lassen keine weiterführenden Analysen zu.

4.3 Unfallort

Gut 60 % aller Stürze mit Beteiligung von Böden ereignen sich im Freien, zwei Drittel davon auf einer öffentlichen Strasse und gut ein Viertel auf einem Hof, Vorplatz, einem Zugang oder einer Zufahrt zu einem Gebäude (Tabelle 8). Mit rund 13 000 Verletzten bilden Unfallorte im Freien damit einen Schwerpunkt. Im Vergleich dazu ereignen sich «nur» knapp 5400 Unfälle in Wohngebäuden. Der Fokus liegt dabei auf Bädern und Duschen, die mehr als die Hälfte der Stürze in Wohngebäuden mit Beteiligung von Böden ausmachen. Die dritte Kategorie der Unfallorte sind

Tabelle 8: Verletzte im UVG-Segment durch einen Sturz mit Beteiligung eines Bodens nach Unfallort und Sturzhergang, Ø 2014–2018

	Alle Stürze		Stürze in der Ebene		Stürze auf Treppe / Stufe	
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil
Im Freien						
Öffentliche Strasse (nicht im Bau)	8085	39 %	7877	42 %	192	11 %
Hof, Vorplatz, Zugang, Zufahrt	3964	19 %	3304	18 %	660	37 %
n. n. b. ¹	656	3 %	600	3 %	52	3 %
Total im Freien	12706	62 %	11782	63 %	904	51 %
Wohngebäude						
Bad, WC	3633	18 %	3581	19 %	0	0 %
Verbindungsteile	636	3 %	104	1 %	528	30 %
Küche	288	1 %	288	2 %	0	0 %
Übrige (Zimmer, Bal- kon, Terrasse) oder n. n. b. ¹	808	4 %	800	4 %	4	0 %
Total Wohngebäude	5365	26 %	4773	26 %	532	30 %
Öffentliche Gebäude						
Verbindungsteile	456	2 %	168	1 %	276	16 %
n. n. b. ¹	864	4 %	856	5 %	8	0 %
Total Öffentliche Ge- bäude	1320	6 %	1024	5 %	284	16 %

¹ n. n. b. = nicht näher bezeichnet

Quelle: SSUV: UVG-Statistik

Stürze in öffentlichen Gebäuden. Mit nur 6 % aller Unfälle mit Sturzfolge bilden sie die kleinste Kategorie von Unfallorten.

Es mag überraschen, dass Unfallorte im Freien gegenüber denen in Wohngebäuden überwiegen. Man darf jedoch nicht ausser Acht lassen, dass die UVG-Statistik nur Unfälle der erwerbstätigen Schweizer Bevölkerung im Alter zwischen 17 und 64 Jahren erfasst. Ältere Erwachsene hingegen halten sich zunehmend zu Hause auf, weil sie erstens nicht mehr arbeiten und weil zweitens mit zunehmendem Alter die Mobilität abnimmt. Auch Kleinkinder halten sich häufiger zu Hause auf. Es ist daher anzunehmen, dass das Sturzgeschehen für ältere Erwachsene und Kleinkinder ein anderes Muster von Schwerpunkten von Unfallorten aufweist und sich dieses von den präsentierten Daten unterscheidet. Die vergleichbar sehr geringe Zahl an Stürzen in öffentlichen Gebäuden ist dadurch zu erklären, dass man sich grundsätzlich weniger in öffentlichen Gebäuden aufhält als im privaten Wohnbereich oder im Freien.

4.4 Verletzungsschwere

Stürze auf gleicher Ebene mit Beteiligung des Bodens führen in mehr als 80 % der Fälle zu leichten Verletzungen (Tabelle 9). Etwas weniger als jeder zehnte Sturz führt zu einer mittelschweren Verletzung, was einem Arbeitsausfall von einem bis drei Monaten entspricht. Rund jeder 20. Sturz hat eine schwere Verletzung oder sogar eine Invalidität zur Folge. Setzt man

die Anzahl an Schwerverletzten und Invaliden in den Kontext des Gesamtunfallgeschehens «Stürze», ist dies aufgrund der hohen Inzidenz eine grosse Anzahl von Betroffenen. Die Anteile an Leicht-, Mittelschwer- und Schwerverletzten oder Invaliden ist bei Stürzen in der Ebene sowie bei Stürzen auf der Treppe praktisch identisch. Dies mag überraschen, da man bei Stürzen auf Treppen eigentlich häufiger schwere Verletzungen erwartet; es ist aber in Übereinstimmung mit dem gesamten Sturzgeschehen auf Treppen [24]. Im Vergleich zu Stürzen auf Treppen oder Stufen sind Stürze in der Ebene mehr als zehnmals häufiger. Berücksichtigt man jedoch die Zeit, die man in der Ebene oder auf einer Treppe verbringt, relativiert sich die Zahl der Stürze in der Ebene, da die Expositionszeit auf Treppen mit Sicherheit sehr viel kürzer ist als die Expositionszeit in der Ebene. Daher dürfen Stürze auf der Treppe mit Beteiligung des Bodens nicht vernachlässigt werden, da sich diese Stürze relativ gesehen häufiger ereignen. Eine umfassende Risikoanalyse zu Treppenstürzen ist in der «Sicherheitsanalyse Treppen – Unfall-, Risiko- und Interventionsanalyse» der BFU zu finden [24].

Tabelle 9: Verletzte im UVG-Segment durch einen Sturz mit Beteiligung eines Bodens nach Verletzungsschwere und Sturzhergang, Ø 2010–2014

Verletzungsschwere	Alle Stürze		Stürze in der Ebene		Stürze auf Treppe / Stufe	
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil
Leicht verletzt	19360	81 %	17652	82 %	1644	81 %
Mittelschwer verletzt	2887	12 %	2635	12 %	252	12 %
Schwer verletzt, Invalidität	1517	6 %	1371	6 %	141	7 %
Total	23765	100 %	21658	100 %	2038	100 %

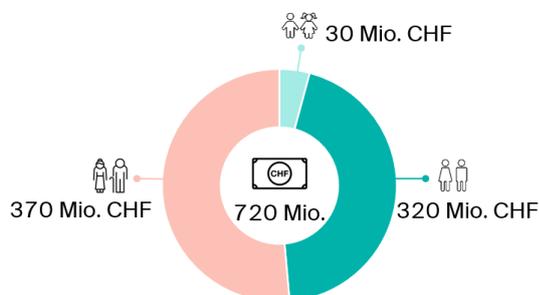
¹ Verletzungsschwere:
 - Leichtverletzte: Ausfall von weniger als 1 Monat
 - Mittelschwerverletzte: Ausfall von 1 bis 3 Monaten
 - Schwerverletzte und Invalide: Ausfall von 3 Monaten und mehr oder Invalidenrente

Quelle: SSUV: UVG-Statistik

5. Kostenschätzung

Die geschätzten Kosten, verursacht durch Unfälle mit Beteiligung von Böden, belaufen sich auf rund 720 Millionen Schweizer Franken pro Jahr (Ø 2015–2018; Abbildung 8). Mit Abstand die meisten Kosten verursachen die Fälle der erwachsenen Schweizer Bevölkerung (17 Jahre und älter). Personen im erwerbstätigen Alter verursachen rund 320 Millionen Franken an Kosten, wobei ältere Erwachsene mit insgesamt 370 Millionen den grössten Anteil der Gesamtkosten verursachen.

Abbildung 8: Schätzung der materiellen Kosten in Mio. CHF durch Sturzunfälle mit Beteiligung von Böden nach Alter, Ø 2015–2018



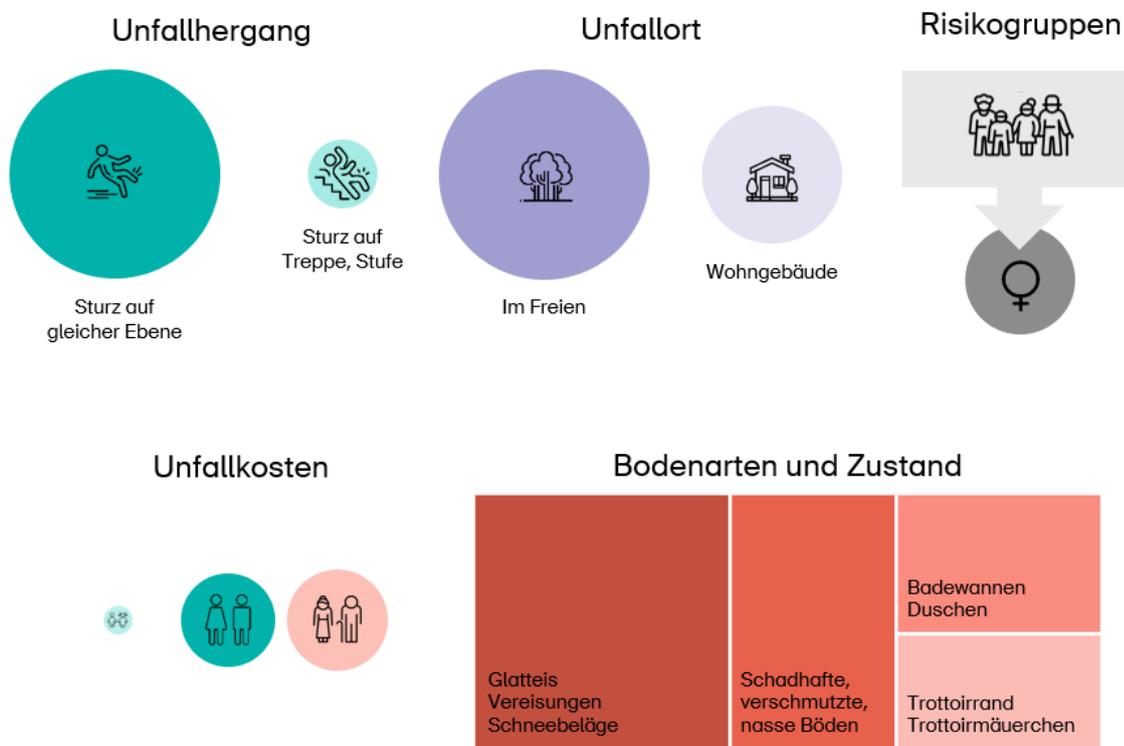
Im Vergleich zum Gesamtunfallgeschehen «Stürze» verursachen Unfälle, die auf nachteilige Bodeneigenschaften zurückzuführen sind, geschätzt etwas mehr als 20 % aller Unfallkosten. Dies ist ein beträchtlicher Anteil, vor allem unter Berücksichtigung, dass sich die meisten dieser Stürze in der Ebene ereignen (90 %, Kapitel IV.4.1, S. 38). Stürze auf Treppen, Stufen oder aus der Höhe führen zu kostenintensiveren Verletzungen und verursachen daher im Schnitt höhere Kosten pro Unfall.

6. Fazit

Der dominante Unfallhergang bei Stürzen mit Beteiligung des Bodens sind Stürze auf gleicher Ebene (90 %; Abbildung 9, S. 43). Die meisten Personen verunfallen dabei im Freien (60 %) und rund ein Vier-

tel in einem Wohngebäude. Alle Bevölkerungsgruppen sind betroffen. Kinder und Jugendliche weisen eine hohe Verletztenrate auf, ihre Unfälle verursachen jedoch kaum Kosten. Die höchste Unfallhäufigkeit ist bei Erwachsenen im erwerbstätigen Alter zu beobachten. Ältere Erwachsene weisen jedoch die höchsten Verletzten- sowie Sterberaten auf und verursachen etwas mehr als die Hälfte aller Unfallkosten. Erwachsene Frauen ab dem Alter von 17 Jahren stürzen deutlich häufiger als Männer. Die am häufigsten involvierten Bodenarten oder Zustände, die zu einem Sturz führen, sind winterliche Bedingungen (Glätteis, Vereisungen, Schneebedäcke), schadhafte, verschmutzte oder nasse Böden, Badewannen und Duschen sowie Trottoirränner und -mäuerchen. Das präsentierte Unfallgeschehen im Detail basiert vorwiegend auf der UVG-Statistik, welche nur Unfälle von erwerbstätigen Erwachsenen umfasst. Demgegenüber weisen beispielsweise Unfälle im privaten Wohnraum bei älteren Erwachsenen wahrscheinlich eine höhere Relevanz auf. Wir gehen jedoch davon aus, dass sich dieser Effekt nur geringfügig auf die Zahlen auswirkt und keinen Einfluss auf das Gesamtbild des Unfallgeschehens hat.

Abbildung 9: Unfallschwerpunkte für Stürze mit Beteiligung des Bodens nach Hergang, Ort, Risikogruppen sowie Bodenart und Zustände



V. Einflussfaktoren

Stürze mit ursächlicher Beteiligung von Böden ereignen sich aufgrund verschiedener, ungünstig ausgeprägter Einflussfaktoren. Die Verbreitung und Gefährlichkeit der involvierten Faktoren und deren Interaktion können aufgrund der vorliegenden Datenlage nicht abschliessend beurteilt werden. Die Einschätzung der Unfallrelevanz und Bedeutsamkeit der Einflussfaktoren wurde daher unter Berücksichtigung des Systemansatzes und mithilfe von Expertenmeinungen erarbeitet.

Ein Unfall im Allgemeinen und somit auch ein Sturz ist immer auf mehrere, ungünstig ausgeprägte Einflussfaktoren zurückzuführen. Stürze ereignen sich in den meisten Fällen aufgrund eines «Mismatch» zwischen persönlichen Voraussetzungen und situationsbedingten Anforderungen an die Person. Das bedeutet, dass eine Situation Anforderungen an die Person stellt, die sie mit ihren Voraussetzungen nicht oder nur schwer bewältigen kann. Ein Beispiel: eine schnelle Reaktion, um das Gleichgewicht wiederherzustellen (Anforderung), die jedoch von einer Person mit verminderter Reaktionsfähigkeit (persönliche Voraussetzung) nicht geleistet werden kann. Wird die Folge des Mismatch nicht kontrolliert oder ist es nicht möglich (v. a. bei altersbedingtem Kraftabbau), sie zu kontrollieren, kann der Mismatch zu einem Sturz führen. Ziel dieses Kapitels ist es, bodenrelevante Einflussfaktoren für Stürze zu identifizieren, systematisch darzustellen und die wichtigsten Risikofaktoren, die unter anderem zu einem Mismatch führen können, zu definieren. Das Kapitel dient gleichzeitig als Grundlage für die Erarbeitung von Präventionszielen und Präventionsmöglichkeiten (Kapitel VI, S. 63).

1. Methodik

Das Kapitel ist in zwei Teile gegliedert. Im ersten Teil haben wir bodenrelevante Einflussfaktoren identifiziert, die entweder dem unmittelbaren Unfallgeschehen (Kapitel V.2, S. 46) oder übergeordneten Strukturen (Kapitel V.3, S. 55) zugeordnet werden. Aufgrund

der fehlenden Datenlage (Kapitel IV.1, S. 33) haben wir wissenschaftliche Studien beigezogen, um vorhandene Lücken wo möglich zu schliessen. Der Fokus bei der Literaturrecherche lag dabei auf systematischen Übersichtsarbeiten, in einigen Fällen wurden auch Einzelstudien berücksichtigt. Die wissenschaftliche Literatur beschreibt häufig das Unfallgeschehen oder vorherrschende Risikofaktoren in der Arbeitssicherheit; der Bereich Haus und Freizeit ist untervertreten. Einige der hier zitierten Studien beziehen sich daher auf den Arbeitsbereich, die Ergebnisse sind jedoch auf den Haus- und Freizeitbereich übertragbar.

Im zweiten Teil dieses Kapitels haben wir das Risiko der einzelnen Einflussfaktoren im Sturzgeschehen mit Beteiligung von Böden beurteilt (Kapitel V.4, S. 60). Aufgrund von fehlender wissenschaftlicher Literatur wurde die Beurteilung des Risikos mithilfe von Fachleuten vorgenommen. Dabei wurden für proximale und distale Einflussfaktoren verschiedene Begrifflichkeiten verwendet. Proximale Faktoren wurden anhand deren «Verbreitung» und «Gefährlichkeit» beurteilt (Tabelle 10). Die Verbreitung eines Einflussfaktors nimmt mit der Grösse der Gruppe von Personen, welche von einem Faktor betroffen ist, zu. Die Beurteilung der Gefährlichkeit beruht auf dessen Auswirkung auf das Sturzrisiko. Dabei berücksichtigt wird die negative Ausprägung des Einflussfaktors,

Tabelle 10: Beurteilungskriterien für Risikobewertung proximaler Einflussfaktoren

	Beurteilung	Wirkungskreis	Beispiele	
proximal	Verbreitung	● = gering	Einzelpersonen	Schuhketten, Hektik
		● = mittel	Teile der Bevölkerung	Zustand Bauten, Sehhilfe
		● = gross	Gesamte Bevölkerung	Wetter und Klima, Schuhe
	Gefährlichkeit*	Beurteilung	Auswirkung Sturzrisiko*	Beispiele
		● = gering	Nicht oder leicht erhöht	Hüftprotektoren, Nutzungsdichte
		● = mittel	Erhöht	Reinigung, Sichtverhältnisse
	● = gross	Stark erhöht	Bodenbeläge, Beleuchtung	

* Bei negativer Ausprägung des Einflussfaktors (z. B. keine oder keine angepasste Sehhilfe, nicht rutschfester Bodenbelag)

z. B. keine oder keine angepasste Sehhilfe, nicht rutschfester Bodenbelag etc.

Distale Faktoren, z. B. das Fehlen von Gesetzen oder die Forschung, können kaum als gefährlich oder verbreitet beurteilt werden. Daher wurden für distale Einflussfaktoren die Begriffe «Tragweite» und «Effekt» verwendet (Tabelle 11). Die Tragweite eines Einflussfaktors wurde basierend auf dessen Wirkungsbereich beurteilt. Die Tragweite ist gering, wenn der Einflussfaktor nur in einem spezifischen Setting relevant ist, z. B. für ältere Erwachsene, die in einer Alters- oder Pflegeinstitution leben. Die Tragweite ist gross, wenn die gesamte Bevölkerung davon betroffen ist. Der Effekt beschreibt die Auswirkung eines negativ ausgeprägten, distalen Einflussfaktors auf das Sturzrisiko. Sind beispielsweise keine technischen Normen vorhanden, die Anforderungen an Bodenbeläge definieren, kann dies dazu führen, dass komplett ungeeignete und sehr gefährliche Bodenbeläge verlegt werden.

Basierend auf der Einschätzung der Verbreitung und der Gefährlichkeit wurde die Unfallrelevanz der proximalen und basierend auf der Tragweite und dem Effekt wurde die Bedeutsamkeit der distalen Einflussfaktoren bestimmt (Kapitel V.4, S. 60). Die Unfallrelevanz sowie die Bedeutsamkeit eines Einflussfaktors ist gross, wenn der Faktor viele Personen betrifft (grosse Verbreitung/Tragweite) und das Sturzrisiko stark erhöht (grosse Gefährlichkeit/Effekt). Mithilfe

dieses Vorgehens konnten Einflussfaktoren mit sehr hoher Unfallrelevanz und Bedeutsamkeit als Hauptrisikofaktoren im Unfallgeschehen Sturz mit ursächlicher Beteiligung von Böden identifiziert werden (Kapitel V.5, S. 60).

Tabelle 11: Beurteilungskriterien für Risikobewertung distaler Einflussfaktoren

	Beurteilung	Wirkungskreis	Beispiele	
distal	Tragweite	● = gering	Spezifisches Setting	Ausbildung (Angebot), Produkte (Angebot)
		● = mittel	Teile der Bevölkerung	Empfehlungen, Richtlinien
		● = gross	Gesamte Bevölkerung	Gesetze, Leistungsdenken
		Beurteilung	Auswirkung Sturzrisiko*	Beispiele
	Effekt*	● = gering	Nicht oder leicht erhöht	-
		● = mittel	Erhöht	Produkte (Beratung), Forschung
● = gross		Stark erhöht	Risikowahrnehmung, technische Normen	

*Bei negativer Ausprägung des Einflussfaktors: z. B. schlechte Risikowahrnehmung, Fehlen von Richtlinien

2. Proximale Einflussfaktoren

Proximale, dem Unfall nahe Einflussfaktoren bilden das unmittelbare Unfallgeschehen ab. Dazu gehören die Natur und Umwelt, in der sich ein Mensch bewegt, dessen Ausrüstung und Hilfsmittel und die Faktoren der stürzenden Person selbst.

2.1 Natur und Umwelt

Die Ebene Natur und Umwelt umfasst vier Bereiche. Der Bereich «Natürliche Umgebung (beständig)» wird im vorliegenden Bericht ausgeklammert, da wir nur künstliche, durch Menschen oder Geräte erzeugte Bodeneigenschaften betrachten.

2.1.1 Aktuelle Verhältnisse (veränderlich)

Wetter Klima

Vor allem im Winter bergen **Witterungseinflüsse** wie Glatteis, Vereisungen und Schnee grosse Sturzgefahren. Schnee und Eis vermindern die Gleitfestigkeit des Bodens (Kapitel III.1, S. 26). Aber auch Nässe aufgrund von Niederschlag kann die Gleitfestigkeit von Bodenbelägen im Aussen- wie auch im Innenbereich beeinträchtigen (z. B. bei fehlenden oder mangelhaften Schmutzschleusen). Grundsätzlich kann man sagen, dass Fussböden eine höhere Rutschgefährdung aufweisen, während sie Witterungseinflüssen ausgesetzt sind [25].

Zusätzlich zu Witterungseinflüssen beeinflussen saisonale und tägliche Schwankungen der **Temperatur** die Gleitfestigkeit von Bodenbelägen [26]. Bodenbeläge zeigen in einem Bereich von 0° C bis 30° C ein zum Teil stark temperaturabhängiges Reibungsverhalten. Auf der einen Seite steigt die Gleitfestigkeit

von trockenen Bodenbelägen mit höherer Temperatur systematisch an. Unter nassen Bedingungen sind die beobachteten Effekte jedoch stark vom Material des Bodenbelags abhängig, und eine Änderung in der Temperatur kann zu einer erhöhten, aber auch verminderten Gleitfestigkeit führen. Bei harten Bodenbelägen, z. B. Glasbelägen, nimmt die Gleitfestigkeit mit steigender Temperatur ab. Bei weicheren Belägen, z. B. Kunststoffbelägen, nimmt die Gleitfestigkeit mit steigender Temperatur zu oder bleibt gleich. Diese Beobachtungen sind vor allem auf spezifische Materialkombinationen zurückzuführen. Elastische Materialien werden mit steigender Temperatur weicher. Dies vergrössert die Kontaktfläche beim Reibungskontakt und somit die Haftungs- und Reibungskräfte zwischen den Oberflächen des Bodenbelags und des Gleitmaterials, was zu einer erhöhten Gleitfestigkeit führt. Die Materialeigenschaften von harten Materialien verändern sich im Gegensatz dazu zwischen 0° C und 30° C nur unwesentlich. Der Zusammenhang zwischen der Temperaturabhängigkeit der Materialhärte und der Gleitfestigkeit ist sehr komplex. Problematisch sind dabei vor allem Bodenbeläge, deren Gleitfestigkeit durch Temperaturveränderungen in einen unsicheren Bereich fallen (z. B. Glasbeläge bei steigender Temperatur). Gewisse Bodenbeläge sind bei niedrigen Temperaturen oder bei hohen Temperaturen (z. B. in gut beheizten Räumen) eher ungeeignet [27].

Sichtverhältnisse

Gute Sichtverhältnisse sind für eine erfolgreiche Sturzprävention zentral [28]. Stark variierende Lichtverhältnisse stellen aufgrund des Tag-Nacht-Wech-

Abbildung 10: Die PreviMAP-Ebene «Natur und Umwelt» mit ihren Bereichen und deren Einflussfaktoren

Natürliche Umgebung (beständig)	Aktuelle Verhältnisse (veränderlich)	Bauten (konstruktionsbedingt)	Betrieb (nutzungsbedingt)
<ul style="list-style-type: none"> • Absturzgefahr • Untergrund • Steilheit 	<ul style="list-style-type: none"> • Wetter / Klima • Sichtverhältnisse • Auf-/Abstieg 	<ul style="list-style-type: none"> • Absturzsicherung • Treppensicherheit • Bodenbeläge • Beleuchtung • Weitere bauliche Aspekte 	<ul style="list-style-type: none"> • Zustand Bauten • Hausrat • Haustiere • Nutzungsdichte

sels oder der sich ändernden Sonneneinstrahlung erhöhte Anforderungen an die Sichtverhältnisse. Schattenbildung z. B. beeinträchtigt die visuelle Wahrnehmung von Bodeneigenschaften und die Erkennbarkeit von Sturzgefahren [12]. Eine gute Beleuchtung mit optimalem Leuchtdichte- und Farbkontrast und die Vermeidung von Blendungen und Spiegelungen verbessern die Sichtverhältnisse hingegen (Kapitel V.2.1.2, Beleuchtung, S. 48) [9,12].

2.1.2 Bauten (konstruktionsbedingt)

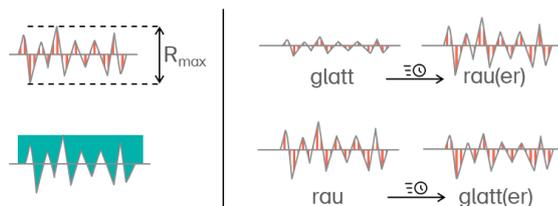
Bodenbeläge

Die Wahl des Bodenbelags bestimmt massgeblich die drei zentralen Bodeneigenschaften Gleitfestigkeit, Begehbarkeit und optische Wahrnehmung.

Die **Gleitfestigkeit** von Bodenbelägen ist in der Sturzprävention ein zentraler Faktor und in der wissenschaftlichen Literatur gut dokumentiert. Die Gleitfestigkeit bestimmt das rutschhemmende Potenzial des Bodenbelags. Sie beschreibt somit die Sicherheit gegen Ausrutschen beim Zusammentreffen des gehenden Menschen mit dem Bodenbelag [6]. Eine bodenspezifische Eigenschaft, die die Gleitfestigkeit massgeblich mitbestimmt, ist dessen Oberflächenstruktur [6]. Die Oberflächenstruktur wird mithilfe verschiedener Rauheitskenngrössen beschrieben. Von diesen Rauheitskenngrössen korreliert die maximale Rautiefe (R_{max} ; Abbildung 11, links) am besten mit der Gleitfestigkeit des Bodenbelags [29]. Die allgemeine Aussage, dass eine grössere maximale Rautiefe mit einer erhöhten Gleitfestigkeit einhergeht, kann jedoch nicht gemacht werden. Wenn unterschiedliche Produktparameter in Kombination betrachtet werden, kann für spezifische Produktgruppen, wie z. B. Betonstein, Naturstein oder keramische Beläge, eine positive Korrelation zwischen Rauheit und Gleitfestigkeit beobachtet werden [25]. Ein wichtiger Faktor bei nassen Bedingungen ist der Verdrängungsraum eines Bodenbelags, welcher mit der Oberflächenstruktur zusammenhängt (Abbildung 11, links). Der Verdrängungsraum ist der zur Gehebene hin offene Hohlraum [5]. Dieser Hohlraum kann Zwischenme-

dien aufnehmen und dabei die Gleitfestigkeit von Bodenbelägen länger erhalten [30]. Dies könnte eine Erklärung dafür sein, dass unter nassen Bedingungen vermehrt eine Erhöhung der Gleitfestigkeit zu beobachten ist [29]. Die Oberflächenstruktur eines Bodenbelags bestimmt ausserdem, wie sich die Gleitfestigkeit über die Zeit verändert. Glatte Böden werden aufgeraut und damit tendenziell sicherer. Raue Böden auf der anderen Seite werden geglättet und weisen meist eine verringerte Gleitfestigkeit auf (Abbildung 11, rechts; [31]). Plötzliche Änderungen der Gleitfestigkeit, z. B. zwischen zwei angrenzenden Bodenbelägen, führen vermehrt zu Ausrutschen, da die Änderung unerwartet auftritt (Mismatch) [28].

Abbildung 11: Schematische Darstellung der maximalen Rautiefe (R_{max} ; links, oben) und des Verdrängungsraums (links, unten), sowie der Veränderung der Rauheit von glatten (rechts, oben) und rauen Böden (rechts, unten) über die Zeit



Die **Begehbarkeit** von Bodenbelägen hängt massgeblich von deren Ebenheit ab. Ebene Bodenbeläge weisen keinen oder einen möglichst geringen Fugenteil sowie eine geringe Rauheit und Strukturierung der Oberfläche auf. Natursteine mit gebrochenen Oberflächen wie Natursteinpflaster oder Rasengittersteine erfüllen die Anforderungen an eine optimale Begehbarkeit nicht [16]. **Rampen und Absätze** vermindern die Begehbarkeit von Böden zusätzlich. Absätze von 6 mm stellen eine Stolpergefahr für gesunde Personen dar. Aber schon kleinere Absätze von weniger als 6 mm können das Gangbild stören [11]. In verschiedenen Empfehlungen der DGUV werden Stolperstellen schon ab 4 mm Höheunterschied definiert (z. B. DGUV Regel 110-001; [10]). Türschwelen und Durchgänge in hindernisfreien Bauten

dürfen in der Schweiz Absätze bis zu 25 mm oder flachgewölbte Deckschienen aufweisen [9]. Eine hindernisfreie Bauweise eliminiert Stolperfallen daher nicht zwingend. Bei bodenebenen Bauten hingegen gehen Böden im Türbereich übergangslos weiter. Schwellen oder Absätze zwischen verschiedenen Wohnräumen oder dem Aussenbereich sind keine vorhanden [32]. Die bodenebene Bauweise ist – im Vergleich zur hindernisfreien Bauweise – daher in Bezug auf das Stolperrisiko als sicherer zu betrachten.

Das visuelle Erscheinungsbild von Bodenbelägen kann die **optische Wahrnehmung** von räumlichen Eigenschaften und der Gleitfestigkeit von Bodenbelägen beträchtlich erschweren. Die Erkennung von Schwellen, Absätzen und Stufen ist z. B. durch eine unvorteilhafte, starke **Musterung** des Bodenbelags beeinträchtigt [13]. Insbesondere Übergangsbereiche zwischen unterschiedlichen Bodenbelägen sowie Türschwellen- und Eingangsbereiche sind kritische Orte. Starke Bemusterung kann zudem visuelle Täuschungen hervorrufen, die einen Gleichgewichtsverlust begünstigen [12,13]. Gut wahrnehmbare Übergangsbereiche zeichnen sich durch die Verwendung von deutlichen **Farbkontrasten** aus. Einheitliche Raumumgebungen und das Vorherrschen von Grautönen führen zu einer Verschlechterung der visuellen Wahrnehmung. Gefahren können als Folge einer beeinträchtigten oder verzögerten visuellen Wahrnehmung nicht rechtzeitig als solche identifiziert werden. Dies verhindert eine schnelle Reaktion, um einen möglichen Sturz zu vermeiden [12]. Zusätzlich verlassen sich Personen auf den Glanz des Bodens, um dessen Gleitfestigkeit einzuschätzen. Dies kann jedoch zu einer falschen Erwartung an die Beschaffenheit des Bodens und einer unangemessenen Reaktion auf die vorherrschenden Bedingungen führen (Mismatch) [28].

In Laborstudien konnte gezeigt werden, dass **stossdämpfende Böden** die Kräfte, die bei einem Sturz auf die Hüfte wirken, im Vergleich mit einer starren Oberfläche um bis zu 50 % reduzieren [33]. In der Realität wurden aber widersprüchliche Ergebnisse zur Wirk-

samkeit beobachtet. Da stossdämpfende Böden generell weicher sind, können sie Auswirkungen auf das Gleichgewicht haben und die Sturzgefahr erhöhen. Im Setting Alters- und Pflegeinstitutionen können sie ausserdem die Belastung auf das Gesundheitspersonal erhöhen, weil z. B. das Schieben von Betten oder Rollstühlen erschwert ist. Stossdämpfende Böden können somit eine schützende Wirkung haben (Schutzfaktor Sekundärprävention durch Verminderung der Kräfte auf die Hüfte bei einem Sturz), aber auch das Risiko für Stürze erhöhen (Risikofaktor Primärprävention durch Beeinflussung des Gleichgewichts). Aufgrund der widersprüchlichen Resultate zur Wirksamkeit und der hohen Implementierungskosten von stossdämpfenden Böden stellen Hüftprotektoren eine wirksamere und kostengünstigere Massnahme dar, obwohl die Akzeptanz zum Tragen eines Hüftprotektors tief ist (Kapitel V.2.2, Protektoren, S. 52).

Beleuchtung

Eine optimale Beleuchtung verbessert die Sichtbarkeit von Bodeneigenschaften und potenziellen Sturzgefahren. Insbesondere in Übergangsbereichen oder auf Treppen spielt die Beleuchtung eine wichtige Rolle. Die Wahrnehmung von Objekten und Mustern kann durch eine stärkere Beleuchtung, einen ausreichenden Helligkeitsunterschied (Leuchtdichtekontrast) und einen guten Farbkontrast erhöht werden [12]. Blendungen oder Spiegelungen werden durch glatte Oberflächen, eine ungeeignete Anordnung von Lichtquellen, ungenügende Leuchtdichte oder kleinflächige Lichtquellen verursacht. Diese Eigenschaften sind hinderlich oder irritierend für die Wahrnehmung von räumlichen Gegebenheiten und Objekten. Spiegelungen z. B. ziehen die Aufmerksamkeit an und können ablenken. Andererseits können Lichtreflexionen auch helfen, transparente Objekte besser zu sehen [9,12]. Die Qualität der Beleuchtung wird durch verschiedene Faktoren bestimmt [10].

Die wichtigsten sind:

- Beleuchtungsstärke (Licht/Fläche, angegeben in Lumen/m² oder lux)
- Leuchtdichtevertelung (Helligkeit)
- Begrenzung von Blendungen
- Lichtrichtung und Schattigkeit
- Lichtfarbe und Farbwiedergabe
- Flimmerfreiheit

In Bezug auf die Sturzgefahr ist die Gesamtheit und Interaktion dieser Faktoren wichtig. Das Ausserachtlassen eines Faktors kann schon eine Unfallgefahr darstellen [10].

2.1.3 Betrieb (nutzungsbedingt)

Zustand Bauten

Der Zustand von Bodenbelägen wird durch deren Instandhaltung – bestehend aus Inspektion, Wartung und Instandsetzung – sowie die Nutzung massgeblich beeinflusst.

Die **Reinigung** trägt zur Erhaltung der Gleitfestigkeit eines Bodenbelags bei. Die Gleitfestigkeit kann durch die Reinigung entscheidend sowohl positiv als auch negativ beeinflusst werden [5]. Nach der Reinigung finden sich im trockenen Zustand grundsätzlich erhöhte Gleitreibzahlen. Im nassen Zustand ist dieser Effekt nicht zu beobachten. Die unmittelbaren Effekte der Reinigung sind in der Regel klein, eine Langzeitwirkung ist aber zu beobachten. Am Beispiel Parkett konnte z. B. festgestellt werden, dass die Oberfläche in Ecken deutlich glatter ist als in der Mitte des Raumes. Dies ist auf eine fortlaufende Beschichtung durch Pflegemittel zurückzuführen. Ob eine starke Fehldosierung eines Pflegemittels die Oberfläche eines Bodenbelags vorübergehend verändern kann, wurde in der Studie nicht untersucht [26]. Im Allgemeinen dürften die mechanischen Einflüsse durch **Abnutzung** die grössere Bedeutung besitzen als eine Beschichtung von Bodenbelägen durch Pflegemittel.

Der effizienteste und wichtigste Abnutzungsmechanismus bei Bodenbelägen ist die mechanische Abrasion. Raue Bodenbeläge wie z. B. Beton oder Keramik werden durch Abnutzung und Druckbelastungen geglättet und weisen mit der Zeit eine systematische Reduktion der Gleitfestigkeit auf. Glatte Beläge mit einer tiefen Oberflächenrauheit wie z. B. Parkett oder elastische Beläge werden mit der Zeit aufgeraut, was sich positiv auf die Gleitfestigkeit auswirken kann [26,31]. Die Abnutzung von Bodenbelägen oder Schuhsohlen kann darüber hinaus zu einer Anhäufung von Abriebpartikeln führen. Feste Partikel können eine Rutschgefahr darstellen. Der Einfluss ist jedoch stark von der Grösse, der Form und der Härte der Partikel abhängig [28].

Die Oberflächeneigenschaften von Bodenbelägen können zusätzlich durch verschiedene Behandlungen situativ beeinflusst werden. Als **Schutzbehandlungen** werden Bodenbeschichtungen bezeichnet, die Beläge vor einer schnellen (Wieder-)Verschmutzung schützen und die Reinigung erleichtern. Im Vergleich zu anderen Behandlungen zeigen Schutzbehandlungen den grössten Effekt auf die Gleitfestigkeit. Bei den meisten Bodenbelagsarten erhöht sich nach einer Schutzbehandlung die Gleitfestigkeit im trockenen Zustand. Im Gegensatz dazu ist die Gleitfestigkeit im nassen Zustand jedoch vermindert. Dieser Effekt ist vor allem auf die in Pflegemitteln enthaltenen Wachse zurückzuführen. **Antirutschbehandlungen** sind mechanische oder chemische (Nach-)Behandlungen von Belagsoberflächen sowie strukturbildende Beschichtungen. Chemische oder mechanische Behandlungen eignen sich zur Anwendung auf glatten, steinartigen Oberflächen, z. B. in Eingangsbereichen, auf keramischen Böden, Betonstein und bei emaillierten Bade- und Duschwannen. Für Kunststoff- oder Holzbodenbeläge können Beschichtungen angewendet werden [30]. Strukturbildende Antirutschbehandlungen führen zu einer sehr starken Aufrauung der Oberfläche und erhöhen die Gleitfestigkeit der meisten Bodenbeläge massiv. Der Effekt der Behandlung ist bei nassen Bedingungen grösser als bei trockenen Bedingungen. Strukturbildende Antirutschbehandlungen haben jedoch den

Nachteil, dass sie die optische Erscheinung von Böden verändern können. Es gibt ausserdem Anzeichen, dass die Dauerhaftigkeit solcher Beschichtungen ungenügend ist und sie sich nach kurzer Zeit ablösen [29]. In einer Studie der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA), durchgeführt im Auftrag der BFU, konnte gezeigt werden, dass Antirutsch-Anstriche mit eingestreutem Aluminiumoxid am dauerhaftesten sind. Aufgrund ihrer deckenden Eigenschaft geht jedoch der ursprüngliche Charakter des Bodenbelags verloren. Bei **Gleitschutzklebebändern** ist ein grosser Unterschied zwischen verschiedenen Produkten zu beobachten. Die meisten Beschichtungen erhöhen anfänglich die Gleitfestigkeit markant, nutzen sich jedoch sehr schnell ab und sind zum Teil nach drei Monaten nicht mehr vorhanden [31]. Zusammenfassend ist es wichtig zu betonen, dass Behandlungen des Bodens je nach Eigenschaften und Einsatzbereich (Kombination Boden-Schuh-Zwischenmedium) die Gleitfestigkeit des Bodenbelags positiv oder negativ beeinflusst können [29].

Der menschliche Gang ist eine automatisierte Bewegung und durch einen gleichmässigen Schrittwechsel charakterisiert. **Beschädigungen** des Bodenbelags treten daher für Laufende meist unerwartet auf (Mismatch). Aufstehende, gewölbte Beläge oder Rillen und Löcher stellen ein Stolperrisiko dar. Lose Beläge oder plötzliche Änderungen der Gleitfestigkeit führen auf der anderen Seite zu vermehrtem Ausrutschen [28].

Nutzungsdichte

Fussgängerfrequenzen stehen im direkten Zusammenhang mit der mechanischen Abnutzung eines Bodenbelags. An stark frequentierten Stellen wird der

Belag schneller aufgeraut oder geglättet. Dies führt zu lokalen Unterschieden in der Gleitfestigkeit innerhalb eines Belags oder zu Unterschieden in der Gleitfestigkeit desselben Bodenbelags in verschiedenen, unterschiedlich stark frequentierten Gebäuden. An geschützten Stellen kann es ausserdem zu einer Glättung durch den Aufbau einer Schicht von Pflegemittelrückständen kommen [26].

2.2 Ausrüstung und Hilfsmittel

2.2.1 Bekleidung

Schuhe

Barfuss oder in Socken im Haus oder mit Absatzen im Freien zu gehen, erhöht nachweislich das Sturzrisiko bei älteren Erwachsenen [34]. Eigenschaften von Schuhsohlen beeinflussen in komplexer Weise die Gleitfestigkeit. Je nach Situation (trocken, nass etc.), des Sohlenmaterials (Gummi, PVC etc.) und des Sohlenmusters (glatt, profiliert) sind die Anforderungen an Schuhsohlen sehr unterschiedlich.

Die **Profilierung** der Schuhsohle beeinflusst die Haftung zwischen Bodenbelag und Schuh. Der Reibungskoeffizient hängt dabei vom Druck auf die Reibfläche ab. Theoretisch führen also flache Sohlen zu höheren Gleitfestigkeitswerten. Dies gilt allerdings nur für trockene Verhältnisse. Unter nassen Bedingungen sind Profile nötig, die Flüssigkeiten mit deren Kanten durchstossen und ableiten können [35]. Schon eine Profiltiefe von 1,5 mm kann die Rutschfestigkeit verbessern [28]. Das Verhältnis von Kontaktfläche zur totalen Sohlenfläche von rund 60 % ($\pm 10\%$) beeinflusst die Gleitfestigkeit unter nassen oder öligen Bedingungen am günstigsten. Ein einheitliches Sohlenprofil zu empfehlen, ist jedoch aufgrund

Abbildung 12: Die PreviMAP-Ebene «Ausrüstung und Hilfsmittel» mit ihren Bereichen und deren Einflussfaktoren

Bekleidung	Schutzausrüstung	Notfallausrüstung	Weitere Hilfsmittel
<ul style="list-style-type: none"> • Schuhe • Kleidung 	<ul style="list-style-type: none"> • Protektoren • Schuhketten 	<ul style="list-style-type: none"> • Alarmierungssysteme • Erste-Hilfe-Material 	<ul style="list-style-type: none"> • Gehhilfe • Aufstiegshilfe • Sehhilfe • Hörhilfe

der Unterschiede zwischen den verschiedenen Sohlenmaterialien nicht möglich. Unter nassen Bedingungen z. B. weisen Schuhprofile mit Vertiefungen senkrecht zur Laufrichtung eine höhere Rutschfestigkeit auf als Sohlen mit parallel verlaufenden Vertiefungen. Unter trockenen Bedingungen führen Längsprofile jedoch zu besseren Werten der Gleitfestigkeit – vor allem auf glatten Bodenbelägen [28]. Des Weiteren beeinflussen die Form und Grösse von Profilstollen, Kanälen und Vertiefungen sowie die Geometrie der Stollenkanten die Gleitfestigkeit. Auf rauen Bodenbelägen spielt der Einfluss der Profilierung eine untergeordnete Rolle. Einstreuungen von granulierten Materialien wie z. B. Gummigranulat führen vor allem bei harten Sohlen zu einem erhöhten Sturzrisiko [35].

Mit steigender **Rauigkeit** der Schuhsohle nimmt gleichzeitig deren Gleitfestigkeit zu. Auf glatten, mit Wasser bedeckten Belägen ist die Rauigkeit der Haupteinflussfaktor auf die Gleitfestigkeit. Je weicher der Boden, desto kleiner muss die mittlere Rautiefe der Sohle für sicheres Gehen sein. Poröse Sohlenmaterialien weisen eine höhere Oberflächenrauigkeit auf als kompakte Materialien. Ausserdem behalten diese ihre Rauigkeit auch bei Abrieb der Sohle während des Tragens bei. Die Gleitfestigkeit wird daher durch die Anwendung von porösen Materialien im Allgemeinen sowie vor allem auf öligen oder nassbelasteten Böden günstig beeinflusst [35].

Je geringer die **Härte** der Schuhsohle, desto höher die Gleitfestigkeit. Weiche Sohlen weisen eine höhere Kontaktfläche zwischen Schuh und Bodenbelag auf, was die Haftung verbessert. Auf nassen Böden verhalten sich weiche Sohlen jedoch genau umgekehrt. Ohne gutes Profil führen weiche Sohlen zu einer verminderten Gleitfestigkeit und zu gefährlichen Situationen (z. B. Flip-Flops im Hallenbad). Dasselbe gilt für Bereiche, in denen mit Öl und Schmierstoffen gearbeitet wird z. B. der Küche oder der Werkstatt. Auf glatten Böden spielt die Sohlenhärte im trockenen Zustand im Vergleich zu den Eigenschaften des Bodenbelags eine untergeordnete Rolle [35].

Verschiedene Studien zeigen, dass die **chemische Zusammensetzung** von Sohlenmaterialien einen Einfluss auf die Gleitfestigkeit einer Sohle hat. Manche Studien kommen sogar zum Schluss, dass die chemische Zusammensetzung den grössten Einfluss auf die Gleitfestigkeit der Sohle hat. Die chemische Zusammensetzung von Sohlenmaterialien ist jedoch nicht ohne Aufwand aufzuschlüsseln und unterliegt herstellungsbedingten Schwankungen. Daher ist die Charakterisierung einer Sohle meist auf ihre mechanischen Eigenschaften wie z. B. die Härte beschränkt [35].

Zusätzlich zu den oben genannten Faktoren kann die **Gestalt** von Sohlen, d. h. die Sohlenform, die Flexibilität der Sohle, die Sohlenkonstruktion und der Absatz, die Gleitfestigkeit beeinflussen. Schuhabsätze höher als 2,5 cm können direkt mit einem erhöhten Sturzrisiko assoziiert werden [34]. Höhere **Absätze** beeinträchtigen das Gleichgewicht, weil der Schwerpunkt der Person nach vorne verlagert wird. Schuhe mit Absätzen eignen sich ausserdem nicht für schlecht begehbare Böden wie Pflastersteine, Gitterroste oder Rasengittersteine. Eine Krümmung der Schuhspitze, auch **Spitzenkrümmung** genannt, erleichtert das Abrollen des Schuhs und verhindert das Hängenbleiben der Schuhspitze, was sich positiv auf die Stolpergefahr auswirkt. Eine Abrundung der Absatzkante am Fersen begünstigt die Abrollbewegung des Fusses zusätzlich [10]. Schuhsohlen mit höherer **Flexibilität** passen sich beim Gehen dem Boden an. Vor allem bei Unebenheiten des Bodens wirken sich steife Sohlen negativ auf die Gleitfestigkeit aus [35].

Die **Abnutzung** von Sohlenmaterialien durch mechanische oder chemische Einflüsse verändern die Eigenschaften von Schuhsohlen bei Gebrauch. Die Veränderungen hängen stark vom jeweiligen Material ab. Gummisohlen werden z. B. durch das Tragen aufgeraut, härtere PVC-Sohlen werden glattpoliert. Mehrere Studien zeigen jedoch, dass die Gleitfestigkeit durch Abnutzung grundsätzlich steigt. Die Abnutzung der Profilierung der Schuhsohle spielt erst dann eine Rolle, wenn sie (stellenweise) komplett abgenutzt ist und einer profillosen Sohle entspricht. Dies kann vor

allein unter nassen Bedingungen zu gefährlichen Situationen führen [26]. Das Alter der Schuhsohle kann einen zusätzlichen Einfluss auf die Gleitsicherheit oder Trittsicherheit haben. Das Material der Schuhsohle kann mit der Zeit spröde werden oder die Verklebung von Sohle und Schuh kann sich lösen. Der Aspekt der Alterung und deren Auswirkungen auf die Gleitsicherheit oder die Stolpergefahr werden in der Literatur jedoch nicht im Detail beschrieben.

2.2.2 Schutzausrüstung

Protektoren

Der Schutzeffekt von Hüftprotektoren im Falle eines Sturzes wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Verschiedene Studien zeigen, dass die Inzidenz von Hüftfrakturen als Folge eines Sturzes bei älteren Personen nur geringfügig oder gar nicht beeinflusst wird. Grund dafür ist aber nicht die Wirksamkeit von Hüftprotektoren, sondern deren falsche Anwendung sowie eine fehlende Akzeptanz oder Bereitschaft, Protektoren zu tragen (Kapitel V.2.3, Risikokompetenz, S. 53; [36]). Werden Hüftprotektoren richtig angewendet, weisen sie eine hohe Wirksamkeit auf. Im Vergleich zu stossdämpfenden Böden (Kapitel V.2.1, Bauten (konstruktionsbedingt)) sind Hüftprotektoren eine sehr gute und kostengünstige Alternative, die in verschiedenen Situationen wie z. B. im Freien wirksam ist. Im Vergleich zu konventionellen Hüftprotektoren mit Polstern schützt ein Sturz-Airbag den allgemeinen Hüftbereich besser und beugt Sturzverletzungen wie Hüftfrakturen bei älteren Menschen vor, indem er die Aufprallkräfte abschwächt [37].

Schuhketten

Gleitschutz für den Schuh gibt es in Form von Ketten, Spikes, Spiralen, flachen Keramikeinsätzen oder einer Kombination davon. Schuhketten können im Winter als effektiver Gleitschutz dienen. Aufgrund der Biomechanik des menschlichen Ganges sind der Fersenauftritt und der Zehenabstoss die zwei kritischen Phasen für einen Sturz durch Ausrutschen [38]. Schuhketten für den ganzen Fuss geben der gehenden Person während des ganzen Gangzyklus Sicherheit. Negative Auswirkungen der Schuhketten auf die Körperhaltung oder die Bewegung von anderen Körperteilen während des Gehens, den Fersenauftritt oder den Zehenabstoss sind keine zu beobachten [39].

2.2.3 Weitere Hilfsmittel

Sehhilfe

Eine nicht an die Sehfähigkeit angepasst Brille erhöht das Sturzrisiko. Eine Gleitsichtbrille z. B. beeinträchtigt die Kontrastempfindlichkeit in der Ferne und die Tiefenwahrnehmung im unteren Gesichtsfeld und führt dazu, dass Gefahrenquellen wie nasse Stellen oder Absätze weniger gut erkannt werden [40].

2.3 Mensch

Grundsätzlich sollte das Ziel sein, Böden und deren Umgebung so zu gestalten, dass diese funktionell, sicher und nutzerfreundlich sind. Ist dies nicht oder nur bedingt möglich, können personen- und verhaltensbezogene Präventionsmassnahmen auf der Ebene der stürzenden Person ergänzend wirken.

Abbildung 13: Die PreviMAP-Ebene «Mensch» mit ihren Bereichen und deren Einflussfaktoren

Individuelle Voraussetzungen	Situationsbedingte Faktoren	Soziale Interaktion
<ul style="list-style-type: none"> • Alter, Geschlecht, Herkunft • Körper • Psyche • Kognition • Erfahrung, Kenntnisse, Gewohnheiten • Risikokompetenz 	<ul style="list-style-type: none"> • Motivation • Ermüdung • Emotionen • Hektik • Ablenkung • Alkohol-, Medikamenten- und Drogenkonsum 	<ul style="list-style-type: none"> • Soziale Kontrolle • Gruppendynamik • Soziale Kontakte • Pflege und Betreuung

2.3.1 Individuelle Voraussetzungen

Individuelle Voraussetzungen sind Eigenschaften, Fähigkeiten und Fertigkeiten, die der Mensch mitbringt. Individuelle Voraussetzungen sind überdauernd: entweder sind sie gegeben, wie z. B. das Alter einer Person, oder sie werden erlernt oder trainiert. Erlernte oder trainierte Voraussetzungen sind per se nicht unveränderlich. Eine Veränderung nimmt aber eine gewisse Zeit in Anspruch. Beispielsweise kann man die Kraft der Beine mithilfe von Training erhöhen, das Training nimmt aber normalerweise mehrere Monate in Anspruch. Individuelle Voraussetzungen können verändert werden; in einer Situation, die zu einem Unfall führen kann, sind sie jedoch als unveränderbar zu betrachten.

Körper, Kognition

Eingeschränkte **physische und kognitive Fähigkeiten** wie z. B. ein schlechtes Gleichgewicht oder abnehmende Muskelkraft im Alter führen zu einem erhöhten Sturzrisiko. Die Personengruppen der Kinder, der älteren Erwachsenen und der körperlich Beeinträchtigten sind in diesem Kontext speziell schützenswert. Bei Kindern sind die Fähigkeiten noch nicht komplett ausgereift, bei älteren Erwachsenen gehen sie wieder verloren und bei körperlich Beeinträchtigten können gewisse Fertigkeiten fehlen oder nicht vollständig ausgeprägt sein. Der demografische Wandel, also die wachsende Anzahl älterer Menschen, wird in Zukunft die Sturzproblematik zusätzlich verstärken.

Während 80 % des gesamten Gangzyklus befindet sich der Mensch auf einem Fuss. Für den Körper bedeutet dies ein kontinuierlicher Zustand der Instabilität. Personen, die eine verminderte **Gleichgewichtsfähigkeit** haben, weisen ein höheres Sturzrisiko auf und können im Falle einer Störung während des Gehens das Gleichgewicht schlechter wiedererlangen [41]. Eine zusätzliche Störung dieses Zustands der Instabilität aufgrund eines rutschigen Bodens, eines Absatzes, an dem man hängenbleiben kann, oder eines irritierenden, stark gemusterten Belags könnte einen Sturz zur Folge haben.

Kontinuierliche Veränderungen bestehen nicht nur beim Gleichgewicht, sondern auch das Gesichtsfeld einer gehenden Person verändert sich ununterbrochen. Wenn eine rutschige Situation nicht im effektiven Gesichtsfeld (i. d. R. 3,0–4,5 m im Voraus) erkannt wird, steigt das Risiko eines Sturzes beträchtlich. Ein vermindertes **Sehvermögen** kann das effektive Sichtfeld zusätzlich einschränken und zu Störungen des Gangbilds und zum Verlust des Gleichgewichts beitragen [40]. Im Alter auftretende Augenkrankheiten und Veränderungen des Sehvermögens wie die Abnahme der Sehschärfe, erhöhte Kontrastempfindlichkeit oder die verminderte Fähigkeit, das Auge auf die richtige Sehentfernung einzustellen, haben grosse Auswirkungen auf die Fortbewegung. Dieser Effekt widerspiegelt sich z. B. darin, dass ältere Personen ihr Ziel beim Gehen länger fokussieren müssen und somit mehr Zeit brauchen, um ihre Schritte zu planen [12].

Um das Gangbild an ein plötzliches Hindernis wie z. B. Beschädigungen des Bodenbelags anzupassen, ist eine gute **Reaktionsfähigkeit sowie Kraft** nötig. Die Zeit, die verstreicht, bis man auf eine unerwartete Situation oder ein unerwartetes Verhältnis wie z. B. eine Wasserlache oder einen Absatz reagiert, ist massgebend dafür, ob ein Sturz verhindert werden kann. Zusätzlich kann ein Stolperer durch eine gute Muskelkraft der unteren Extremitäten besser aufgefangen werden [28]. Die Kapazität, auf Ausrutschen oder Stolpern zu reagieren oder diese aufzufangen, nimmt aufgrund der stetigen Abnahme der Reaktionsfähigkeit ab dem dritten bis vierten Lebensjahrzehnt und der reduzierten Beinkraft vor allem bei älteren Erwachsenen immer mehr ab [42,43].

Risikokompetenz

Risikokompetenz bezeichnet die Fähigkeit, das eigene Können richtig einzuschätzen, Gefahrensituationen vorzeitig zu erkennen und sichere Entscheidungen zu fällen [44]. Eine risikokompetente Person zeichnet sich dadurch aus, dass sie Informationen im Sinne der Sicherheit verarbeitet und dementsprechend handelt. Die Risikokompetenz wird im Laufe

des Lebens erworben. Es kann davon ausgegangen werden, dass Kinder Gefahren noch nicht richtig einschätzen können. Bei Kindern ist es darum wichtig, dass Eltern und Betreuungspersonen sich ihrer Verantwortung bewusst sind und wenn nötig entsprechende Massnahmen ergreifen.

Generell führt riskantes Verhalten immer zu einem erhöhten Unfallrisiko und wird daher immer als unfallrelevant eingestuft. Im Extremfall kann das Risiko bis zu einem Faktor 10 erhöht sein [45]. Riskantes Verhalten kann einerseits bewusst geschehen, z. B. bei Eisglätte auf den Zug hetzen, andererseits unbewusst; aufgrund von fehlendem Wissen um die Gefahr. Ältere Erwachsene z. B. nehmen die schleichende Abnahme von physischen oder kognitiven Fähigkeiten meist nicht wahr, was zu einer Überschätzung der eigenen Fähigkeiten führen kann. Man kann aber grundsätzlich davon ausgehen, dass sich Personen, die sich der Gefährlichkeit ihres Verhaltens bewusst sind, sicherer verhalten.

Wegen den verschiedenen Eigenschaften von Schuhsohlen beeinflusst die **Wahl des Schuhwerks** das Risiko, aufgrund von Ausrutschen oder Stolpern zu stürzen, zum Teil deutlich. Vor allem ältere Personen tragen oft suboptimales Schuhwerk und erhöhen somit ihr Sturzrisiko. Verschiedene Studien haben gezeigt, dass ältere Personen zu Hause vor allem Hausschuhe ohne Fersenteil (Pantoffeln) tragen. Dies wahrscheinlich aus praktischen Gründen, damit sie sich beim Anziehen der Schuhe nicht bücken müssen, um die Schuhe zu binden. Um Schmerzen zu vermeiden, werden oft sehr flexible, zu lange oder zu breite Schuhe getragen. Schlechtsitzende Schuhe erhöhen das Stolperrisiko und können zu Fussproblemen führen, die das Sturzrisiko in der Folge zusätzlich erhöhen. Unabhängig vom Alter kann gesagt werden, dass barfuss oder in Socken zu gehen bezüglich des Sturzrisikos schlechter ist, als Schuhe zu tragen [34].

Das Tragen von Hüftprotektoren ist aufgrund von ungenügender Bequemlichkeit, schwieriger Handhabung oder Inkontinenz schlecht akzeptiert. Darum fehlt oft die Bereitschaft, die Protektoren überhaupt

zu tragen [36]. Im Setting Alters- und Pflegeinstitutionen kann das Pflegepersonal die richtige Anwendung von Hüftprotektoren jedoch gewährleisten, was eine hohe Wirksamkeit zur Folge hat. Im Vergleich zu konventionellen Hüftprotektoren, welche als Unterwäsche getragen werden, können **Sturz-Airbags** über der Alltagskleidung getragen werden. Zusätzlich sind Sturz-Airbags leicht, was die Trageakzeptanz im Vergleich zu Hüftprotektoren erhöht. Sturz-Airbags eignen sich daher eher für ältere Erwachsene, die noch zu Hause leben.

2.3.2 Situationsbedingte Faktoren

Im Erwachsenenalter verhalten sich Personen trotz vorhandener Risikokompetenz (Kapitel V.2.3.1, Risikokompetenz, S. 53) in gewissen Situationen immer wieder risikoreich, z. B., wenn sie beim nächtlichen Toilettengang das Licht nicht anschalten. Diese Verhaltensweisen werden zusätzlich von situationsbedingten Faktoren beeinflusst. Situationsbedingte Faktoren sind – im Vergleich zu den individuellen Voraussetzungen (Kapitel V.2.3.1, S. 53) – nicht überdauernd und situationspezifisch.

Hektik

Eile fördert unsichere oder zeitsparende Verhaltensweisen, die Stürze begünstigen können [46]. Schnelles Gehen oder Laufen beeinflusst die Gleitsicherheit negativ. Eine grössere Bewegungsgeschwindigkeit erhöht den Anforderungsquotienten an den Bodenbelag und einige seiner Elemente (Kapitel III.1, S. 26), d. h., die Anforderungen an die Gleitfestigkeit des Bodenbelags steigen beim schnellen Gehen [6]. Das Sturzrisiko wird zusätzlich erhöht, wenn noch andere Risikofaktoren wie z. B. eine verminderte Gleitfestigkeit des Bodenbelags durch Eis oder Schnee auftreten. Die Reaktionszeit ist der massgebende Faktor, ob ein Sturz verhindert werden kann. Eile vermindert die vorhandene Reaktionszeit und erschwert die Anpassung an veränderte oder unvorhergesehene Situationen [28]. Darüber hinaus ist die Aufnahmekapazität für externe Reize vermindert, d. h., Gefahren werden schlechter oder gar nicht wahrgenommen [46].

Ablenkung

Als automatisierte Bewegung beansprucht das Gehen normalerweise nur wenig Aufmerksamkeit. Diese Automatisierung kann jedoch dazu verleiten, andere Dinge parallel zu erledigen. Die Aufmerksamkeit des Menschen ist aber selektiv. Aus der grossen Menge an Informationen wählen wir diejenigen Informationen aus, die uns für die aktuelle Tätigkeit am wichtigsten erscheinen. Ist eine dieser Tätigkeiten z. B., den Fahrplan für den Zug auf dem Mobiltelefon nachzuschauen, bleibt nur wenig Kapazität übrig, um weitere Informationen aufzunehmen. Wahrgenommene Informationen können ausserdem im Normalfall nicht gleichzeitig verarbeitet werden. Tritt nun eine unerwartete Situation ein, besteht die Gefahr, dass diese nicht oder nur bedingt wahrgenommen werden kann. Dies verzögert die Reaktionszeit, was zu einem Sturzunfall führen kann [47].

Alkohol-, Medikamenten- und Drogenkonsum

Drogen wirken direkt auf das Nervensystem und somit auf Fähigkeiten wie z. B. das Gleichgewicht oder die Reaktionszeit [48]. Die gleichen Effekte können beim Konsum von Alkohol beobachtet werden. Alkohol konsumierende Erwachsene im Alter zwischen 25 bis 60 Jahren weisen ein mindestens dreimal so hohes Risiko für Stürze mit schweren Verletzungsfolgen auf wie Personen, die keinen Alkohol trinken [49]. Bei älteren Erwachsenen ist das Sturzrisiko vor allem durch die Einnahme von Schlaf- und Beruhigungsmitteln – meist in Kombination – beträchtlich erhöht [50].

3. Distale Einflussfaktoren

Zu den distalen Faktoren gehören übergeordnete Strukturen wie gesellschaftliche Trends, die Rechtsprechung und Normierung sowie verschiedene

Dienstleistungsangebote. Die Einflussfaktoren der höheren Ebenen «Gesellschaft», «Regulation» und «Dienstleistung» sind oft weniger offensichtlich mit dem Unfallgeschehen in Verbindung zu setzen, haben jedoch eine grössere Tragweite und sind vor allem relevant für das Schaffen von sicheren Verhältnissen [19].

3.1 Gesellschaft

3.1.1 Werte und soziale Normen

Leistungsdenken

Citius, altius, fortius (schneller, höher, stärker): das Motto der olympischen Spiele hat sich heutzutage auch manche Nicht-(Profi-)Sportlerin zum Lebensmotto gemacht. Viele streben nach einer kontinuierlichen Leistungsoptimierung. Dieses Verhalten äussert sich oft in Freizeitstress; man hat zu wenig Zeit, um alles unter einen Hut zu bringen und will bloss keine Zeit verlieren. Dieser konstante (Zeit-)Druck kann risikobehaftete Verhaltensweisen wie z. B. Eile oder Ablenkung (Kapitel V.2.3.2, Hektik und Ablenkung, S. 54) zusätzlich verstärken.

Risikowahrnehmung

Das Bewusstsein um die Sturzproblematik ist in der Gesellschaft wenig verankert. Dazu gehört z. B., dass das Risiko, das von einem ungeeigneten Bodenbelag ausgehen kann, grundsätzlich auf vielen Ebenen unterschätzt oder gar nicht wahrgenommen wird. Zum einen handelt es sich dabei um die gehende Person selbst, die aufgrund von persönlichen und/oder situativen Faktoren eine Gefahrensituation nicht als solche einstuft. Auch Eigentümerinnen und Eigentümer oder Betreibende von Gebäuden sind meist noch

Abbildung 14: Die PreviMAP-Ebene «Gesellschaft» mit ihren Bereichen und deren Einflussfaktoren

Werte und soziale Normen	Wirtschaft und Technologie	Wissen und Interessen	Gesellschaftliche Trends
<ul style="list-style-type: none">• Risikokultur• Leistungsdenken• Gesundheit und Sicherheit	<ul style="list-style-type: none">• Digitalisierung• Angebotsvielfalt• Mobilität	<ul style="list-style-type: none">• Forschung• Gesundheits-, Bewegungs- und Sportförderung• Wohnraumförderung	<ul style="list-style-type: none">• Aktives Altern• Urbanisierung

nicht genug für die Sturzproblematik sensibilisiert. Dies kann dazu führen, dass der Instandhaltung von Bodenbelägen nicht genug Aufmerksamkeit geschenkt wird und z. B. bauliche Mängel aus Kostengründen nicht zeitnah behoben werden. Aber auch Personen, die für die Instandhaltung zuständig sind, erkennen Risiken wie z. B. eine Beeinträchtigung der Gleitfestigkeit durch die Reinigung nicht oder erst, wenn es zu spät ist. Der Sicherheit wird ausserdem schon oft von involvierten Personen in der Planungsphase von Gebäuden zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Das Problem der fehlenden Risikowahrnehmung ist vielschichtig und kann daher die Sicherheit von Bodenbelägen in komplexer Weise beeinflussen.

3.1.2 Wissen und Interessen

Forschung

Die Bestimmung der Gleitfestigkeit von Bodenbelägen erfolgt entweder im Labor unter Idealbedingungen (stationär) oder im Feld unter Realbedingungen (mobil). Beide Messmethoden sind starke Vereinfachungen der in Realität vorherrschenden Verhältnisse. Die beiden gängigsten Labormethoden sind Begehungen auf der schiefen Ebene und Experimente mit dem Boden- und Schuhtester [6]. Vor Ort wird mit verschiedenen Tribometer-Modellen gemessen. Tribometer sind Geräte, mit welchen die Reibung zwischen Bodenbelag und einem Gleiter gemessen wird. Das Material des Gleiters soll den Schuh oder den Fuss imitieren und besteht meist aus Gummi respektive Leder oder Silikon. Je grösser die Reibung zwischen Bodenbelag und Gleiter, desto grösser die Gleitfestigkeit des Bodenbelags. Tribometer repräsentieren eine noch stärkere Vereinfachung im Ver-

gleich zu Labormethoden. Die Sicherheit von Bodenbelägen wird anschliessend mithilfe eines Bewertungsschemas für den Schuh- und Barfussbereich beurteilt (Tabelle 2, S. 28; [7]). Zahlreiche Faktoren wie z. B. Temperatur, Ort der Messung, verwendete Gleiter oder die messende Person selbst können die Messung der Gleitfestigkeit zum Teil erheblich beeinflussen. Aufgrund der vielen Einflussfaktoren ist die Robustheit der Messungen nicht gegeben. Dazu kommt, dass die Resultate der verschiedenen Messmethoden und -geräte nicht miteinander korrelieren [51]. Neue Vorstösse, die Messtechnik für die Gleitfestigkeit zu verbessern, gibt es in der wissenschaftlichen Literatur praktisch keine oder sie haben sich nicht durchgesetzt.

3.2 Regulation

3.2.1 Öffentlich-rechtliche Regulation

Gesetze und Verordnungen

Grundsätzlich gelten in der Schweiz die allgemeinen Sicherheitsvorschriften des Baurechts, gemäss deren eine Baute sicher sein muss. Explizite rechtliche Vorgaben in Bezug auf Bodenbeläge fehlen in der Schweiz weitestgehend. Einzig der Kanton Neuenburg verweist auf den gegenwärtigen Stand der Technik und die geltenden Normen [4]. Seit 2004 gilt ausserdem das Bundesgesetz über die Beseitigung von Benachteiligungen von Menschen mit Behinderungen (Behindertengleichstellungsgesetz (BehiG); [52]). Öffentliche Gebäude und Gebäude mit mehr als acht Wohneinheiten oder 50 Arbeitsplätzen unterliegen dem BehiG sowie einer Bewilligungspflicht für den Bau oder die Erneuerung. Das BehiG regelt, wo hindernisfrei gebaut werden muss [4]. Die Frage, wie

Abbildung 15: Die PreviMAP-Ebene «Regulation» mit ihren Bereichen und deren Einflussfaktoren

Öffentliche Regulation	Private Regulation
<ul style="list-style-type: none"> • Gesetze • Verordnungen • Weisungen • Rechtsprechung • Vollzug 	<ul style="list-style-type: none"> • Richtlinien und Empfehlungen • Technische Normen • Förderinstrumente und Subventionen

hindernisfreie Hochbauten zu gestalten sind, wird in der SIA-Norm 500 geregelt (Kapitel V.3.2.2: Technische Normen, S. 57; [9]). Für bestimmte Arten von Hochbauten gibt es zusätzlich spezifische Vorschriften zur Sicherheit und zum Gesundheitsschutz:

- **Altersgerechte Wohnbauten**, die Unterstützung im Rahmen des «Bundesgesetzes über die Förderung von preisgünstigem Wohnraum» (**Wohnraumförderungsgesetz (WFG)**) erhalten. Für solche Bauten kann ein speziell erarbeitetes Merkblatt des Bundesamts für Wohnungswesen (**BWO**) zur Gestaltung von altersgerechten Wohnbauten als verbindlich erklärt werden [53]. In der Schweiz liegt der Marktanteil von gemeinnützigen Wohnungen jedoch bei nur 5 % und somit ist auch der Anteil an Wohnungen, die den Richtlinien dieses Merkblatts unterliegenden, klein.
- **Alters- und Pflegeinstitutionen (API)** unterliegen dem **kantonalen Gesundheitsrecht** und benötigen eine Betriebsbewilligung [4]. Damit diese Betriebsbewilligung erteilt wird, müssen API über «zweckentsprechende Räumlichkeiten» verfügen. In verschiedenen Kantonen ist diese Anforderung präzisiert, z. B. im Kanton Aargau, wo die Erstellung einer API der SIA Norm 500 unterliegt [9].
- **Kitas, Kindergärten und Schulen** unterliegen dem **kantonalen Schulrecht**, welches durch Empfehlungen der kantonalen Erziehungs- und Bildungsdirektionen ergänzt wird. Kitas bedürfen zusätzlich einer Betriebsbewilligung. Konkrete Empfehlungen bezüglich sicherer Böden im Rahmen der Sturzprävention fehlen jedoch.
- **Hochbauten mit Arbeitsplätzen** unterliegen dem **Bundesgesetz über die Arbeit in Industrie, Gewerbe und Handel (ArG)** [54]. In den Verordnungen 3 und 4 zum Arbeitsgesetz sind spezifische Anforderungen beschrieben, die im weiteren Sinne auch Aspekte der Sturzprävention betreffen. Böden sollten so beschaffen sein, «[...] dass sie wenig Staub bilden, wenig Schmutzstoffe aufnehmen und leicht gereinigt werden können. [...]»

und falls Flüssigkeit auf den Boden gelangt, «[...] so ist für raschen Ablauf [...]» zu sorgen. Arbeitsplätze sollen zudem «[...] ausreichend natürlich oder künstlich beleuchtet sein.» (Art. 14 und 15 der Wegleitung zur Verordnung 3 und 4 zum Arbeitsgesetz; [55]).

Alle oben genannten Gesetze und Weisungen enthalten zum Teil grosse Ermessensspielräume. Entsprechend unterschiedlich werden diese Spielräume durch die Kantone und Gemeinden genutzt (Beizug von Normen und/oder Empfehlungen). Schweizweit betrachtet ist somit das nötige Mass an Sicherheit nicht grundsätzlich gewährleistet [4].

3.2.2 Private Regulation

Gesetze und Verordnungen erfassen die Vielfalt der sicherheitstechnischen Fragen nicht. Private Organisationen wie der schweizerische Ingenieur- und Architektenverein (SIA) oder die BFU schaffen ergänzende Normen, Richtlinien sowie Empfehlungen. Im Gegensatz zu den staatlichen Gesetzen sind Normen, Richtlinien und Empfehlungen jedoch nicht per se rechtsverbindlich. Sie können jedoch indirekt rechtlich relevant werden, z. B. in der Phase der Rechtsanwendung oder der Rechtsprechung. In der Rechtsprechung, z. B. bei der Prüfung von Haftungsvoraussetzungen, können Normen, Richtlinien und Empfehlungen rechtliche Relevanz erlangen. Trotzdem führt die rechtliche Unverbindlichkeit oft dazu, dass sicherheitsrelevante Aspekte in Bauten nicht umgesetzt werden oder wenig bekannt sind. Zusätzlich wird die Ästhetik der Baute vielfach über deren Sicherheit gestellt. Diese Voraussetzungen führen zu Defiziten in der baulichen Sicherheit – somit steigt das Sturzrisiko [4].

Technische Normen

Die Einhaltung von Normen ist – wo nicht gesetzlich eingefordert – freiwillig, sie können jedoch rechtliche Relevanz erlangen. Dies ist z. B. bei der Prüfung von Haftungsvoraussetzungen der Fall, insbesondere bei Fragen des Verschuldens.

Hindernisfreies Bauen beinhaltet gewisse Prinzipien, die sich sturzpräventiv auswirken können. Die **Norm SIA 500** «Hindernisfreie Bauten» regelt in der Schweiz, wie hindernisfreie Bauten zu gestalten sind. Sie enthält Regeln zu allen drei sturzrelevanten Bodeneigenschaften Begehbarkeit, Gleitfestigkeit und optische Wahrnehmung. Sie fordert z. B. «Oberflächen, die dem Ausrutschen entgegenwirken und diese Eigenschaft auch im nassen oder verschmutzten Zustand behalten» und verweist ergänzend auf die Anforderungsliste Bodenbeläge der BFU (Kapitel Richtlinien und Empfehlungen). Die SIA 500 kommt generell in öffentlich zugänglichen Bauten sowie in Wohngebäuden mit mehr als acht Wohneinheiten oder mehr als 50 Arbeitsplätzen zur Anwendung [9]. In der Mehrzahl aller Kantone in der Schweiz muss die SIA 500 per Gesetzgebung beachtet werden. In neun Kantonen räumt die Gesetzgebung jedoch Ermessensspielräume ein. Die SIA 500 ist aber grundsätzlich als eine wichtige Planungshilfe für Architektinnen, Bauherren und Planer zu betrachten [4].

Im Gegensatz zu hindernisfreien Bauten liegen bei **bodenebenen Bauten** die Innen- und Aussenräume auf gleichem Niveau und Böden gehen überganglos weiter. Diese Bauweise ist z. B. in Alters- und Pflegeinstitutionen die beste Lösung für eine effektive Sturzprävention; sie ist jedoch nicht normativ verankert [32].

Für die **Bestimmung der Gleitfestigkeit** von Bodenbelägen ist seit Anfang 2022 die **Europäische Norm EN 16 165** «Bestimmung der Rutschhemmung von Fussböden – Ermittlungsverfahren» in Kraft [56]. Sie deckt die Prüfung der Gleitfestigkeit von Bodenbelägen im Labor und vor Ort ab. Eine Einordnung von Messwerten in eine Bewertungsgruppe für Rutschgefahren ist in der Norm jedoch nicht definiert (Tabelle 2, S. 28). Die Norm regelt somit nur die Bestimmung der Gleitfestigkeit und nicht die Beurteilung von Bodenbelägen als sicher oder unsicher. Gewisse SIA-Normen enthalten unter anderem **Anforderungen an die Gleitfestigkeit** von Bodenbelägen. Einige dieser Normen verweisen auf andere Institutionen, z. B. die SIA 253 «Bodenbeläge aus Linoleum, Kunststoff,

Gummi, Kork, Textilien und Holz» erwähnt explizit die Anforderungsliste Bodenbeläge der BFU (Kapitel V.3.2.2, Richtlinien und Empfehlungen) [8,57].

Richtlinien und Empfehlungen

Richtlinien und Empfehlungen ergänzen die technischen Normen. Bedeutsam werden sie insbesondere dann, wenn konkrete Fragen mit Vorschriften oder technischen Normen nicht abschliessend beantwortet werden können.

Die **Anforderungsliste Bodenbeläge** der BFU ist ein Leitfaden für die Anforderung an die Gleitfestigkeit von Böden im öffentlichen und privaten Bereich. Sie dient als Hilfsmittel bei der Auswahl eines geeigneten Belags unter Berücksichtigung des Verwendungszwecks, Einsatzortes sowie der Nutzung [8]. Eng mit der Anforderungsliste verbunden sind das **Prüfreglement zur Klassifizierung von Bodenbelägen** mit rutschhemmenden Eigenschaften sowie Produkte, die zur Rutschhemmung auf Bodenbelägen aufgetragen werden [7]. Das Prüfreglement bezweckt, die Gleitfestigkeit von Bodenbelägen zu bestimmen und zu klassifizieren – im Gegensatz zur europäischen Norm EN 16 165, die keine Klassifizierung vornimmt [56]. Die Anforderungsliste und das Prüfreglement ergänzen somit die geltenden technischen Normen für die Gleitfestigkeit.

Die BFU-Fachdokumentation **«Bauliche Massnahmen zur Sturzprävention in Alters- und Pflegeinstitutionen»** beschreibt bauliche Sicherheitsstandards für die Wohnumgebung von älteren Erwachsenen – eine der wichtigsten Zielgruppen in der Sturzprävention [32]. Im Gegensatz zur Anforderungsliste und zum Prüfreglement für Bodenbeläge enthält die Fachdokumentation detaillierte Empfehlungen für die Begehbarkeit und die optische Wahrnehmung von Bodenbelägen.

3.3 Dienstleistung

3.3.1 Informationen

Verfügbarkeit und Qualität

Die Verfügbarkeit von Informationen zur Sicherheit von Bodenbelägen in Bezug auf das Sturzrisiko ist für die sturzrelevanten Eigenschaften Gleitfestigkeit, Begehbarkeit und optische Wahrnehmung unterschiedlich.

Informationen zur Begehbarkeit und zur optischen Wahrnehmung sind leichter zugänglich, da diese beiden Eigenschaften grundsätzlich sichtbar in Erscheinung treten und ihre Messbarkeit robuster ist als die der Gleitsicherheit. Stolperstellen z. B. können durch geometrische Merkmale beschrieben werden und man findet in Normen und Richtlinien z. T. spezifische Werte [9,32]. Dasselbe gilt für die Beleuchtung. Informationen zur Gleitfestigkeit sind durch die Problematik der Messtechnik (Kapitel V.3.1.2: Forschung, S. 56) uneinheitlich. Dies betrifft unter anderem die Klassifizierung von Bodenbelägen aufgrund ihrer Gleitfestigkeit in sicher oder unsicher. Bauprodukte z. B. werden im Labor unter standardisierten Bedingungen gemessen und klassifiziert. Misst man denselben Bodenbelag verlegt vor Ort, kann aufgrund der unterschiedlichen Messtechnik (Labor vs. vor Ort) eine Abweichung in der Klassifizierung auftreten. Dieser Effekt kann durch die Nutzung des Bodenbelags verstärkt werden. Zusätzlich kann es sein, dass Prüflabore unterschiedliche mobile Messgeräte verwenden. Die Resultate der verschiedenen Messgeräte korrelieren jedoch nicht miteinander [51], was die ganze Problematik Gleitfestigkeit zusätzlich verschärft.

3.3.2 Ausbildungen

Verfügbares Angebot, Inhalt und Qualität

Das Angebot an Ausbildungen für Personen, die sich mit der Planung, dem Bau und der Instandhaltung von Gebäuden beschäftigen, ist in der Schweiz sehr breit. Die Vielfältigkeit dieses Angebots führt jedoch dazu, dass es in der Ausbildung keine Einheitlichkeit gibt. Die Ausbildungen unterscheiden sich inhaltlich, was zu einem erschwerten Verständnis für die verschiedenen Berufsbilder führen kann. Zusätzlich erschwert es das vielfältige Angebot, den Inhalt und die Qualität der verschiedenen Ausbildungen einzuschätzen. Ob und inwiefern sturzrelevante Bodeneigenschaften und deren Wichtigkeit für die Prävention von Stürzen in den verschiedenen Ausbildungen vermittelt werden, ist unklar.

3.3.3 Angebote und Produkte

Verfügbares Angebot

Grundsätzlich gibt es heute auf dem Markt ein gutes Angebot an gleitfesten, gut begehbaren und gleichzeitig optisch ansprechenden Bodenbelägen. Die gefährlichsten Untergründe für Stürze im Haushalt sind immer noch emaillierte Oberflächen, wie sie bei Dusch- und Badewannen vorkommen. Bei Duschen in Neubauten ist die Thematik weniger aktuell, da vielfach gar keine Duschwannen mehr verbaut werden. Bei Badewannen ist das Angebot an rutschfesten Modellen klein, vor allem fehlt aber das Wissen, dass es Badewannen mit rutschfester Beschichtung überhaupt gibt.

Beratung und Service

Messungen der Gleitfestigkeit von Bodenbelägen vor Ort erweisen sich aufgrund der fehlenden Robustheit

Abbildung 16: Die PreviMAP-Ebene «Dienstleistung» mit ihren Bereichen und deren Einflussfaktoren

Informationen	Ausbildungen	Angebote und Produkte	Gesundheitsversorgung
<ul style="list-style-type: none"> • Verfügbarkeit • Quelle • Qualität • Inhalt 	<ul style="list-style-type: none"> • Verfügbares Angebot • Ausbildungsstrukturen • Qualität • Inhalt 	<ul style="list-style-type: none"> • Verfügbares Angebot • Qualität • Beratung und Service 	<ul style="list-style-type: none"> • Verfügbarkeit • Qualität • Alarmierung

der Messtechnik oft als schwierig (Kapitel V.3.1.2: Forschung, S. 56). Unterschiede zwischen der Messtechnik für die Klassifizierung von Bauprodukten (im Labor unter Idealbedingungen) und für die Bestimmung der Gleitfestigkeit von verlegten Bodenbelägen (vor Ort) können schon bei neu verlegten Böden zu einer unterschiedlichen Einschätzung der Gleitsicherheit führen. Eine Beratung und die damit verbundene Einschätzung der Sicherheit eines eingebauten Bodenbelags ist daher beträchtlich erschwert. Die seit Anfang 2022 geltende Europäische Norm EN 16 165 zur Bestimmung des Gleitwiderstandes von Fussgängerbereichen soll Messungen vor Ort vereinheitlichen [56]. Einzelne Aspekte der Messung der Gleitfestigkeit werden aber auch in der Norm nicht thematisiert und lassen wichtige Fragen offen – zum Beispiel die Klassifizierung in sicher oder unsicher.

Beim Erwerb oder der Auswahl eines neuen Bodenbelags ist die Beratung durch Fachpersonen ein zentraler Aspekt. Werden beim Kauf nur die Aspekte des Designs, der Kosten oder aktuelle Trends beachtet, können sicherheitsrelevante Aspekte schnell in Vergessenheit geraten. Die Erfahrung zeigt, dass sicherheitsrelevante Aspekte anderen Anforderungen unterstellt sind und meist nur berücksichtigt werden, wenn sich in die Planung involvierte Personen, Architekten und Architektinnen oder Auftraggebende der Bedeutsamkeit von Bodenbelägen bewusst sind und spezifisch nach Informationen fragen. Das Bewusstsein ist jedoch auf Seiten der Käuferinnen und Käufer meist nicht vorhanden.

4. Risikobewertung

Die Einflussfaktoren auf das Sturzgeschehen mit ursächlicher Beteiligung von Böden sind nun identifiziert (Kapitel V.2, S. 46 und V.3, S. 55). Im Folgenden wird die Unfallrelevanz sowie die Bedeutsamkeit bei ungünstiger Ausprägung der Einflussfaktoren beschrieben. Tabelle 12, S. 61 fasst die Einschätzung zur Unfallrelevanz der proximalen – also dem Unfall nahe – Einflussfaktoren zusammen.

Die Einschätzung der Unfallrelevanz der Einflussfaktoren der übergeordneten Strukturen (distale Einflussfaktoren) ist in Tabelle 13, S. 62 dargestellt.

5. Fazit

Basierend auf der Einschätzung der Unfallrelevanz und der Bedeutsamkeit aller Einflussfaktoren im Sturzgeschehen mit ursächlicher Beteiligung von Böden haben wir insgesamt neun Hauptrisikofaktoren identifiziert (Abbildung 17, S. 62).

- Wetter und Klima
- Bodenbeläge
- Beleuchtung
- Zustand Bauten
- Schuhe (Machart, Wahl)
- Körper, Kognition
- Risikowahrnehmung
- Gesetze und Verordnungen
- Technische Normen

Diese neun Einflussfaktoren haben einen grossen Wirkungskreis, d. h., sie betreffen sehr viele Personen und gleichzeitig erhöhen sie – bei negativer Ausprägung, z. B. unzureichende Beleuchtung oder unangepasstes Schuhwerk – das Sturzrisiko stark. Diese Hauptrisikofaktoren sind richtungsweisend für die Erarbeitung der Präventionsansätze (Kapitel VI, S. 63).

Tabelle 12: Risikobewertung proximale Hauptrisikofaktoren: Gefährlichkeit, Verbreitung und Unfallrelevanz
 (● gering, ● mittel, ● gross)

Einflussfaktor		Gefährlichkeit Auswirkung auf das Sturzrisiko bei negati- ver Ausprägung des Einflussfaktors	Verbreitung Grösse der vom Einflussfaktor betroffenen Personengruppe	Unfallrelevanz Kombination aus Gefährlichkeit und Verbreitung
Natur und Umwelt	Wetter und Klima	●	●	●
	Sichtverhältnisse	●	●	●
	Bodenbeläge	●	●	●
	<ul style="list-style-type: none"> ● Gleitfestigkeit ● Begehbarkeit ● Optische Wahrnehmung 	● ● ●	● ● ●	
	Beleuchtung	●	●	●
	Zustand Bauten	●	●	●
	<ul style="list-style-type: none"> ● Reinigung ● Abnutzung ● Behandlungen ● Beschädigungen 	● ● ● ●	● ● ● ●	
	Nutzungsdichte	●	●	●
Ausrüstung & Hilfsmittel	Schuhe	●	●	●
	Schuhketten	●	●	●
	Protektoren	●	●	●
	Sehhilfe	●	●	●
Mensch	Körper, Kognition	●	●	●
	Risikokompetenz	●	●	●
	<ul style="list-style-type: none"> ● Wahl des Schuhwerks 	●	●	●
	Hektik	●	●	●
	Ablenkung	●	●	●
	Alkohol-, Medikamenten- und Drogenkonsum	●	●	●

Tabelle 13: Risikobewertung distale Einflussfaktoren: Effekt, Tragweite und Bedeutsamkeit
 (● gering, ● mittel, ● gross)

	Einflussfaktor	Effekt Auswirkung auf das Sturzrisiko bei negativer Ausprägung des Einflussfaktors	Tragweite Grösse der vom Einflussfaktor betroffenen Personengruppe	Bedeutsamkeit Kombination aus Effekt und Tragweite
Gesellschaft	Leistungsdenken	●	●	●
	Risikowahrnehmung	●	●	●
	Forschung	●	●	●
Regulation	Gesetze und Verordnungen	●	●	●
	Technische Normen	●	●	●
	Richtlinien und Empfehlungen	●	●	●
Dienstleistung	Informationen: Verfügbarkeit und Qualität	●	●	●
	Ausbildungen: Verfügbarkeit, Inhalt und Qualität	●	●	●
	Produkte: Verfügbares Angebot	●	●	●
	Produkte: Beratung und Service	●	●	●

Abbildung 17: Die neun Hauptrisikofaktoren im Unfallgeschehen Sturz mit ursächlicher Beteiligung von Böden

Proximal	Wetter und Klima 	Bodenbeläge 	Beleuchtung 
	Zustand Bauten 	Schuhe (Machart/Wahl) 	Körper, Kognition 
Distal	Risikowahrnehmung 	Gesetze und Verordnungen 	Technische Normen 

VI. Präventionsansätze

Um Stürze mit Beteiligung von Böden zu verhindern, sind verhältnispräventive Massnahmen zu priorisieren, da sie nachhaltig sind und einen grossen Wirkungskreis aufweisen. Als Voraussetzung bedingt es aber einer Förderung des Gefahrenbewusstseins bei allen Beteiligten. Um einen langfristigen Erfolg von Präventionsmassnahmen zu garantieren, sind daher ergänzende, verhaltenspräventive Massnahmen erforderlich.

Die grosse Vielfalt an Einflussfaktoren und die identifizierten Hauptrisikofaktoren für Stürze mit Beteiligung des Bodens sind nun bekannt (Kapitel V, S. 44 und V.4, S. 60). Im Folgenden präsentieren wir Präventionsansätze, die dazu führen können, dass die Hauptrisikofaktoren vermindert und folglich Stürze aufgrund von unvoreilhaftigen Bodeneigenschaften verhindert werden. Die Auswahl der Präventionsansätze basiert auf den identifizierten Unfallschwerpunkten (Kapitel IV.6, S. 42) und Hauptrisikofaktoren (Kapitel V.5, S. 60). Idealerweise priorisieren wir in einem weiteren Schritt die Präventionsansätze mithilfe von bestehendem Wissen über die Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit von Präventionsmassnahmen, um Topmassnahmen zu definieren. Bei Stürzen mit Beteiligung von Böden ist dies aufgrund von mangelnder Literatur nicht möglich.

1. Methodik

Dass ein Präventionsbedarf für Stürze im Bereich Haus und Freizeit besteht, ist nicht neu. Neu ist jedoch die Fokussierung innerhalb der Problematik auf Einflussfaktoren auf das Unfallgeschehen unter Berücksichtigung der Bodenelemente (Kapitel III.1, S. 26). Aktuelle, adäquate Lösungsansätze und Studien zur Evaluierung von Präventionsmassnahmen fehlen für diesen Bereich. Weil empirische Grundlagen fehlen, ist die Ausarbeitung von neuartigen Präventionsansätzen erforderlich. Dem Fachwissen von Fachpersonen kommt daher im vorliegenden Bericht eine zentrale Bedeutung zu. Die hier präsentierten Präventionsziele wurden in engem Austausch mit Expertinnen und Experten der BFU erarbeitet. Mithilfe von Ansätzen der qualitativen Forschung – beispielsweise Diskussionen in kleinen Gruppen – konnten Mechanismen aufgezeigt und Ansatzpunkte für die Prävention von Stürzen aufgrund von unvoreilhaftigen Bodeneigenschaften identifiziert werden. Unter Einbezug der Hauptrisikofaktoren (Kapitel V.4, S. 60) wurden verschiedene Herausforderungen identifiziert und darauf basierend sechs Präventionsziele formuliert (Kapitel VI.1 bis VI.6). Die Präventionsziele wurden anhand von drei zentralen Fragestellungen erarbeitet:

- Warum unterscheidet sich die Ist-Situation von der Soll-Situation? → Herausforderungen
- Was muss geschehen, damit sich die Ist-Situation der Soll-Situation annähert? → Präventionsansätze
- Wie könnte man die Ansätze umsetzen? → Präventionsmöglichkeiten

2. Präventionsziel 1: Neu verlegte Böden sind sicher, funktionell und nutzerfreundlich

Zur Verhältnisprävention gehört, dass die Rahmenbedingungen so beeinflusst werden, dass sich Unfälle gar nicht erst ereignen. In Bezug auf Böden im Kontext Sturz bedeutet dies, dass neu verlegte Böden so gestaltet sind, dass sie eine der Situation angepasste Gleitfestigkeit aufweisen und sicher begangen werden können. Ein Absatz von nur 6 mm Höhe [11] kann beispielsweise ein Stolpern der gehenden Person auslösen. Anforderungen von gefährdeten Risikogruppen, z. B. ältere Erwachsene, müssen dabei im Speziellen beachtet werden. Ob spezifische Massnahmen sinnvoll sind, sollte in jedem Fall für alle involvierten Nutzergruppen geprüft werden. Zum Beispiel kann es in Alters- und Pflegeinstitutionen für die Bewohnerschaft Sinn machen, die Folgen eines Sturzes durch stossdämpfende Böden abzuschwächen. Auf der anderen Seite können stossdämpfende Böden jedoch eine zusätzliche Belastung für das Pflegepersonal darstellen. Ist ein Bodenbelag erst einmal verlegt, können Umgestaltung oder Anpassungen umständlich und kostspielig sein (Kapitel VI.3, S. 66). Es ist daher sehr zu empfehlen, Sicherheitsaspekte in der Planung und Umsetzung zu berücksichtigen. Grundvoraussetzung dafür ist gut ausgebildetes Fachpersonal (Planer, Architektinnen, Bodenfachleute, etc.) welches sich der sicherheitsrelevanten Aspekte bewusst ist. In Abbildung 18, S. 64 sind alle Einflussfaktoren systematisch dargestellt, die für das Präventionsziel «Neu verlegte Böden sind sicher, funktionell und nutzerfreundlich» relevant sind.

Aspekte

Folgende Aspekte sind für sichere, funktionelle und nutzerfreundliche Böden sowohl im Freien als auch in Gebäuden als prioritär zu betrachten:

- An den Nutzungsort angepasste Gleitfestigkeit (z. B. Barfuss- vs. Schuhbereich)
- Ebene, wenn möglich absatz- und schwellenfreie Bauweise
- Verwendung von Farbkontrasten in Übergangsbereichen
- Ausreichende Beleuchtung
- Reflexionsfreie Bodenbeläge ohne Musterung
- Beachtung von technischen Normen, Richtlinien und Empfehlungen

Herausforderungen, Ansätze und Möglichkeiten

Sicherheitsrelevante Aspekte von Bodenbelägen sind bereits in der Planungsphase zu berücksichtigen. In der Praxis stellt die stetige Verfolgung des komplexen Planungsprozess eine Herausforderung dar. Ein erfolgversprechender Ansatz, um den Planungsprozess und den damit einhergehenden Informationsaustausch zwischen allen involvierten Personen zu vereinfachen, ist «**Building Information Modeling**» (BIM). BIM ist eine Methode, bei welcher relevante Bauwerksdaten digital erfasst und kontinuierlich aufbereitet werden. BIM sichert die Verfügbarkeit

aller aktuellen Daten und erleichtert somit die Überwachung und Kommunikation von sicherheitsrelevanten Aspekten. Damit ist eine zeitnahe Intervention möglich, wenn Sicherheitsaspekte übergangen werden oder aufgrund von Änderungen im Planungsprozess angepasst werden müssen.

Nutzungsspezifische Anforderungen an Bodenbeläge, die in BIM erfasst werden könnten, sind nicht umfassend. Sie sind in vielen verschiedenen Regelwerken mit unterschiedlichen Geltungsbereichen erfasst. Schweizweit einheitliche Gesetze oder Weisungen, die auf evidenzbasierten Grundlagen und ergänzenden Empfehlungen basieren, sind keine vorhanden [4]. Im privaten Bereich fehlen normative Vorgaben gänzlich. Die Erarbeitung einer **einheitlichen und verbindlichen Vorgehensweise für neue Bodenbeläge** soll gefördert werden. Denkbar ist dies z. B. in Form einer technischen Norm oder als Verankerung von Empfehlungen der BFU in den Bauauflagen. Die Definition einer verbindlichen Vorgehensweise würde ausserdem den konsequenten Vollzug der Bauabnahme fördern und die praktische Umsetzung unterstützen. Eine solche Norm oder Vorgabe ist nicht in Planung. Daher steht vorerst die Sensibilisierung für die Notwendigkeit einer einheitlichen und verbindlichen Vorgehensweise im Vordergrund.

Abbildung 18: Systematische Darstellung aller für das Präventionsziel 1 relevanten Einflussfaktoren anhand der PreviMAP (Abbildung 3, S. 32). ● = identifizierte Hauptrisikofaktoren (Kapitel V.5, S. 60).

Gesellschaft	Werte und soziale Normen <ul style="list-style-type: none"> • Risikowahrnehmung ● 	Wissen und Interessen <ul style="list-style-type: none"> • Forschung 	
Regulation	Öffentliche Regulation <ul style="list-style-type: none"> • Gesetze ● • Verordnungen ● 	Private Regulation <ul style="list-style-type: none"> • Richtlinien, Empfehlungen • Technische Normen ● 	
Dienstleistung	Informationen <ul style="list-style-type: none"> • Verfügbarkeit 	Ausbildungen <ul style="list-style-type: none"> • Verfügbares Angebot • Qualität • Inhalt 	Angebote und Produkte <ul style="list-style-type: none"> • Verfügbares Angebot • Beratung und Service
Natur und Umwelt	Bauten (konstruktionsbedingt) <ul style="list-style-type: none"> • Bodenbeläge ● • Beleuchtung ● 		

Ein wichtiger Aspekt ist generell die **Sensibilisierung aller Akteure während ihrer Ausbildung**. Das Wissen um die Relevanz von Sicherheitsaspekten und die Wahrnehmung von Risiken während der Planungs- und Bauphase soll dabei gefördert werden, ohne gestalterische Aspekte zu vernachlässigen. Dazu gehört auch die Ausbildung von Fachkräften, die in der Beratung oder im Verkauf tätig sind. Dadurch soll verhindert werden, dass durch den Verkauf überhaupt unsichere Bodenbeläge in Umlauf gebracht werden. Um ein breiteres Angebot von sicheren Duschen und Badewannen zu generieren, soll die **Entwicklung von rutschfesten Belägen für Nasszellen** angeregt werden. Zusätzlich soll die **Verfügbarkeit von Informationen** verbessert werden. Angaben zu sicheren und

nutzerfreundlichen Bodenbelägen könnten beispielsweise in Form von Entscheidungshilfen bereitgestellt werden.

Eine weitere Vorgehensweise zur Förderung von sicheren Böden ist, die Finanzierung von Bauprojekten zu unterstützen. **Subventionen oder Labels**, die Anreize dafür schaffen, sicherheitsrelevante Eigenschaften von Bodenbelägen zu berücksichtigen, stellen dabei effektive Werkzeuge dar. Beispiele dafür sind die Förderung von Wohnungsbau oder Eigentumserwerb basierend auf dem Wohnraumförderungsgesetz (WFG) des Bundesamts für Wohnungswesen oder das «Living Every Age» (LEA) Label, welches hindernisfreie und altersgerechte Gebäude und Wohnungen zertifiziert.

Herausforderungen

- Geringe und nicht einheitliche regulative Vorgaben in Bezug auf Bodenbeläge in der Schweiz
- Fehlendes Bewusstsein oder geringe Priorität von unfallrelevanten Sicherheitsaspekten bei Fachpersonen und in deren Ausbildung
- Schlechte Verfügbarkeit von Informationen zu Anforderungen an Bodenbeläge für den Betriebszustand
- Beschränkte Produktauswahl von rutschfesten Duschen und Badewannen auf dem Markt

Ansätze und Möglichkeiten

- Verstärkung der kantonalen (Bau-)Gesetzgebung, deren Berücksichtigung und Vollzug
- Sicherheit als zentrales Element in Gesetzgebung verankern, z. B. in Verbindung mit der Musterstruktur für ein kantonales Baugesetz des Bundesamts für Raumentwicklung
- Erarbeitung einer übergeordneten und einheitlichen Norm für neue Bodenbeläge unter Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten und Definition von nutzungsspezifischen Anforderungen
- Implementierung von BIM für die Förderung der Informationsverfügbarkeit während der Planungs- und Bauphase
- Weitere finanzielle Anreize für sichere Bauten durch zusätzliche Subventionen oder Labels schaffen
- Sensibilisierung von Baufachleuten, Verkaufskräften und Beratungsstellen für Sicherheitsaspekte während deren Ausbildung
- Informationsangebote und Entscheidungshilfen zur Sensibilisierung von Konsumenten/-innen bereitstellen
- Entwicklung von gleitfesten Materialien für Nasszellen (Duschen und Badewannen)

3. Präventionsziel 2: Bauliche Defizite bei bestehenden Bodenbelägen werden behoben

Um Unfälle aufgrund von unvorteilhaften Bodenbelägen zu verhindern, müssen auch bestehende Böden sicher sein. Praktisch alle Gebäude und baulichen Anlagen der Schweiz sind Bestandsbauten. Gebäude gelten, sobald die Bezugsbewilligung erteilt ist, als Bestandsbau. Im Regelfall geniessen also bestehende Bauten und bauliche Anlagen einen Bestandschutz. Davon zum Teil ausgenommen sind Bauten, von denen Gefährdungen der Sicherheit ausgehen [4]. Die nachträgliche Anpassung oder der Ersatz von Bodenbelägen kann sehr kostspielig und mit einem grossen Aufwand verbunden sein. Daher sind einfache Massnahmen für die Verbesserung der Sicherheit von Böden von besonderer Bedeutung. Dies kann z. B. eine Oberflächenbehandlung sein, die den entsprechenden Bodenbelag gleitsicherer macht. In Abbildung 19 sind alle Einflussfaktoren systematisch zusammengefasst, die für das Präventionsziel «Bauliche Defizite bei bestehenden Bodenbelägen werden behoben» relevant sind.

Aspekte

Die relevanten Aspekte für die Sicherheit von bestehenden Bodenbelägen decken sich grösstenteils mit den Aspekten von Neubauten (Kapitel VI.2, Aspekte, S. 64). Bei nachträglichen Änderungen der Beschaf-

fenheit von Böden stehen die **Kosten-Nutzen-Analyse** sowie die **Priorisierung von Massnahmen** zur Verbesserung der Sicherheit von Bodenbelägen noch mehr im Fokus als bei Neubauten. In bestimmten Kantonen besteht eine **Verpflichtung zur Um- oder Nachrüstung**, wenn die Sicherheit gefährdet ist [4]. Besteht eine offensichtliche Gefährdung, sollte diese daher umgehend behoben werden – vor allem wenn es sich dabei um Nasszonen oder Treppen handelt. Umfassende bauliche Veränderungen wie z. B. das Ersetzen eines Bodenbelags sollten bei **Sanierungen** unter Berücksichtigung der Sicherheitsaspekte von Neubauten miteingeplant werden. Sind kleinere Anpassungen nötig, sollten **einfache Sicherheitsmassnahmen** priorisiert werden, welche bauliche Defizite (temporär) abschwächen. Die wichtigsten Aspekte sind:

- Erhöhung der Gleitfestigkeit durch Oberflächenbehandlungen und Gleitschutzstreifen
- Überbrückung von grösseren Absätzen durch Rampen
- Optimierung und Automatisierung der Beleuchtung für bessere Sichtbarkeit
- Markierungen zur Erhöhung von Kontrasten in Übergangsbereichen
- Entfernung von ablenkenden Blickfängern

Abbildung 19: Systematische Darstellung aller für das Präventionsziel 2 relevanten Einflussfaktoren anhand der PreviMAP (Abbildung 3, S. 32). ● = identifizierte Hauptrisikofaktoren (Kapitel V.5, S. 60).

Gesellschaft	Werte und soziale Normen • Risikowahrnehmung ●		Wissen und Interessen • Forschung
Regulation	Öffentliche Regulation • Gesetze ● • Verordnungen ●		Private Regulation • Richtlinien, Empfehlungen • Technische Normen ●
Dienstleistung	Informationen • Verfügbarkeit	Ausbildungen • Verfügbares Angebot • Qualität • Inhalt	Angebote und Produkte • Verfügbares Angebot • Beratung und Service
Natur und Umwelt	Bauten (konstruktionsbedingt) • Bodenbeläge ● • Beleuchtung ●		Betrieb (nutzungsbedingt) • Zustand Bauten ●

Herausforderungen, Ansätze und Möglichkeiten

Bauliche Defizite von Bodenbelägen wie z. B. aufstehende, gewölbte Beläge sind einfach zu erkennen, da sie sichtbar in Erscheinung treten. Demgegenüber sind Defizite der Gleitfestigkeit grundsätzlich nicht sichtbar. Die Messung der Gleitfestigkeit vor Ort ist unter anderem aufgrund von Unterschieden zwischen verschiedenen Messgeräten oder Unterschieden im Messvorgehen nicht einheitlich und zu wenig robust. Die Bestimmung der Sicherheit eines Bodenbelags ist dementsprechend unzuverlässig. Dies kann zur Folge haben, dass Böden als sicher eingestuft werden, obwohl eine Gefährdung vorliegt. Das

Bewusstsein um die Problematik von Messungen der Gleitfestigkeit soll daher verbessert werden. Für das Präventionsziel «Bauliche Defizite bei bestehenden Bodenbelägen werden behoben» ist eine robuste Messmethodik zur Erkennung von Defiziten der Gleitfestigkeit unerlässlich. Die Messmethodik soll an Robustheit und Verlässlichkeit gewinnen. Dazu empfiehlt es sich, weiterführende **Forschung im Bereich der Messmethodik** zu fördern.

Herausforderungen

- Umsetzung von Massnahmen zur Verbesserung der Sicherheit von Bodenbelägen trotz Bestandsschutz
- Einhaltung aktueller Vorschriften an Neubauten (Kapitel VI.2, S. 63) bei Sanierungen oder Nutzungsänderungen ohne Bestandsschutz
- Unverzügliche Behebung von baulichen Defiziten bei Gefährdung im öffentlichen Raum auch ausserhalb von geplanten Sanierungen (Kapitel VI.4, S. 68)
- Keine einheitliche und robuste Messmethodik der Gleitfestigkeit von Bodenbelägen
- Erhöhte Baukosten bei nachträglicher Verbesserung der Sicherheit von Bodenbelägen

Ansätze und Möglichkeiten

- Verstärkung der kantonalen (Bau-)Gesetzgebung, deren Berücksichtigung und Vollzug
- Breitere Kommunikation der Rechtsprechung zur Werkeigentümerhaftung, die beispielsweise bei mangelhaftem Unterhalt angewendet wird
- Definition von sicherheitstechnischen Anforderungen für die Bau- oder Betriebsbewilligung von Bauten mit spezifischer Nutzung (z. B. API, Kitas etc.)
- Beratung und Ausbildung von Baufachleuten, Verkaufskräften und Beratungsstellen für bodenrelevante Sicherheitsaspekte bei Sanierungen und Umnutzungen
- Priorisierung von sicherheitsrelevanten Massnahmen in der Umsetzung durch Arbeitshilfen (inkl. Kosten-Nutzen-Analyse)
- Optimierung der Messung der Gleitfestigkeit durch Sensibilisierung und Schulung der an der Messung involvierten Personen
- Forschung zur Messmethodik bei der Gleitfestigkeit und Einfließen der Erkenntnisse in (neue) technische Normen
- Förderung des Bewusstseins für einfache und kostengünstige Sicherheitsmassnahmen
- Zusätzlich: Präventionsmöglichkeiten analog zu Präventionsziel 1 (Kapitel VI.2, S. 63)

4. Präventionsziel 3: Die Instandhaltung von Böden wird sichergestellt

Einflüsse der Witterung und der Nutzung können einen erheblichen Einfluss auf die Eigenschaften von Bodenbelägen haben und Stürze begünstigen. Die zeitnahe Beseitigung von Nässe, Schnee und Eis sowie anderen Verschmutzungen ist für die Prävention von Stürzen sowohl im Freien als auch in Gebäuden essenziell. Eine regelmässige Inspektion von Bodenbelägen ist von hoher Relevanz. Dabei soll der Zustand des Bodenbelags im Hinblick auf Nutzungsdichte, Reinigung, Ort und Beschädigungen oder Abnützungen untersucht werden und sollen wenn nötig Massnahmen zur Instandsetzung ergriffen werden. Die Inspektion soll sich aber nicht auf die Bodenbeläge beschränken, sondern auch andere Bodenelemente wie z. B. Leuchtmittel und deren Wartung beinhalten. Die Faktoren, die das Präventionsziel 3 beeinflussen können, sind in Abbildung 20 dargestellt.

Aspekte

Folgende Aspekte sind für das Präventionsziel 3 als prioritär zu betrachten:

- Beseitigung von Nässe, Schnee und Eis, Verschmutzungen oder Gegenständen wie Laub und Splitt
- Verwendung von geeigneten Reinigungsmitteln und -methoden
- Reparatur von Schäden

- Funktionelle Beleuchtung (Leuchtmittel, Schalter, Bewegungsmelder)

Herausforderungen, Ansätze und Möglichkeiten

Die Sicherstellung einer regelmässigen und sachgemässen Instandhaltung von Böden – also Inspektion, Wartung und Instandsetzung – ist eine grosse Herausforderung. Passiert ein Unfall aufgrund von unsachgemässer Instandhaltung, stehen verschiedene Aspekte im Mittelpunkt: Die strafrechtliche Verantwortung sowie die Haftung aufgrund der Sorgfaltspflicht und der Appell an die soziale Verantwortung. Die Straf- und Haftbarkeit wird für jeden Einzelfall und dessen Umstände separat beurteilt. Wird beispielsweise die Haftbarkeit nicht bejaht, steht der Appell an die soziale Verantwortung im Vordergrund. Mit der Instandhaltung beauftragte Personen stehen oft unter Zeitdruck, z. B., wenn mehrere Anfragen gleichzeitig bearbeitet werden sollten und diese in der Folge priorisiert werden müssen. Um die Priorisierung von anstehenden Arbeiten vorzunehmen, ist das Wissen um mögliche Folgen bei Unterlassung wesentlich. Durch eine regelmässige Inspektion und Wartung können eventuelle Schäden antizipiert und zeitkritische Instandsetzungen vermieden werden. Die Reinigung und Pflege von Bodenbelägen beeinflusst deren Gleitfestigkeit und ist in der Prävention von Stürzen daher ein wichtiger Aspekt. Im besten Fall kennt das Reinigungspersonal die Eigenschaften aller der zu reinigenden Böden. In der Realität ist dies jedoch meist nicht der Fall, vor allem, wenn Personen für verschiedene Immobilien oder baulichen Anlagen

Abbildung 20: Systematische Darstellung aller für das Präventionsziel 3 relevanten Einflussfaktoren anhand der PreviMAP (Abbildung 3, S. 32). ● = identifizierte Hauptrisikofaktoren (Kapitel V.5, S. 60).

Gesellschaft	Werte und soziale Normen <ul style="list-style-type: none"> • Risikowahrnehmung ● 	Wissen und Interessen <ul style="list-style-type: none"> • Forschung
Dienstleistung	Informationen <ul style="list-style-type: none"> • Verfügbarkeit 	Ausbildungen <ul style="list-style-type: none"> • Verfügbares Angebot • Qualität • Inhalt
Natur und Umwelt	Aktuelle Verhältnisse (veränderlich) <ul style="list-style-type: none"> • Wetter / Klima ● 	Betrieb (nutzungsbedingt) <ul style="list-style-type: none"> • Zustand Bauten ● • Nutzungsdichte

gleichzeitig verantwortlich sind und sich verschiedene Anforderungen ergeben. Es ist daher zentral, dass objektspezifische Informationen schnell zur Verfügung stehen. Eine **Reinigungs- und Pflegedokumentation** für Böden, die vor Ort vorhanden sowie einfach verständlich, aber präzise genug formuliert ist, könnte die Verfügbarkeit dieser Informationen sicherstellen.

Herausforderungen

- Regelmässige und sachgemässe Instandhaltung: zeitnahes Erkennen und Beheben von Unfallgefahren
- Wissen über Unfallgefahren bei mit der Instandhaltung beauftragten Personen

Ansätze und Möglichkeiten

- Sicherheitsrelevante Anforderungen an die Instandhaltung von Böden in Normen, Richtlinien und Weisungen verankern
- Haftbarkeit bei Schadenfällen einfordern und Urteile betreffend Haftung oder Verantwortlichkeit gezielter kommunizieren
- Sorgfaltspflicht klarer kommunizieren, stichprobenartig überprüfen
- Bewusstsein von Fachpersonen für die Unfallrelevanz von Böden schärfen
- Aus- und Weiterbildung von Fachpersonen fördern und harmonisieren
- Verfügbarkeit objektspezifischer Informationen sicherstellen
- Priorisierung von Unterhaltsmassnahmen (z. B. Schneeräumen zuerst)
- Objektzuständige Hauswartung

5. Präventionsziel 4: Der altersbedingten Entwicklung der Menschen wird Rechnung getragen

Aufgrund der demografischen Entwicklung wird sich die Altersstruktur der schweizerischen Bevölkerung tiefgreifend verändern. Der Anteil der älteren Erwachsenen über 65 Jahre steigt dabei schon im nächsten Jahrzehnt sehr stark an (knapp 30 % Zunahme bis 2030) [58]. Ältere Menschen weisen ein erhöhtes Sturzrisiko auf, da motorische, sensorische und kognitive Fähigkeiten im Alter abnehmen. Das Sturzrisiko von älteren Erwachsenen soll in erster Linie durch verhältnispräventive Massnahmen gesenkt werden. Dazu zählt beispielsweise die Anpassung der physischen Umwelt an die alterstypischen Einschränkungen. Als Nebeneffekt kann die Eigenständigkeit von älteren Erwachsenen bewahrt werden. Die Einflussfaktoren, die das Präventionsziel 4 beeinflussen, sind vielfältig und auf allen Systemebenen der PreviMAP zu finden (Abbildung 21).

Aspekte

Bei Stürzen mit Beteiligung von Böden fokussieren wir vor allem auf die Altersgruppe der über 64-Jährigen, weil sich in dieser Gruppe viele schwere und die meisten tödlichen Unfälle ereignen (Kapitel IV.6, S. 42). Folgende Aspekte des Präventionsziels 4 sind für die Sturzprävention älterer Erwachsener relevant:

- Gleitfeste Bodenbeläge, unter anderem in Gefahrenzonen wie Nasszellen oder auf Treppen
- Ebene, wenn möglich absatz- und schwellenfreie Bodenbeläge
- Berücksichtigung der Tatsache, dass die motorischen, sensorischen und kognitiven Fähigkeiten wie z. B. Kraft, Sehvermögen, Wahrnehmung abnehmen
- (Schutz-)Ausrüstung, z. B. Schuhe oder Hüftprotektoren

Abbildung 21: Systematische Darstellung aller für das Präventionsziel 4 relevanten Einflussfaktoren anhand der PreviMAP (Abbildung 3, S. 32). ● = identifizierte Hauptrisikofaktoren (Kapitel V.5, S. 60)

Gesellschaft	Werte und soziale Normen <ul style="list-style-type: none"> • Risikowahrnehmung ● 		
Regulation	Öffentliche Regulation <ul style="list-style-type: none"> • Gesetze ● • Verordnungen ● 	Private Regulation <ul style="list-style-type: none"> • Richtlinien, Empfehlungen • Technische Normen ● 	
Dienstleistung	Informationen <ul style="list-style-type: none"> • Verfügbarkeit 	Ausbildungen <ul style="list-style-type: none"> • Verfügbares Angebot • Qualität • Inhalt 	Angebote und Produkte <ul style="list-style-type: none"> • Verfügbares Angebot • Beratung und Service
Natur und Umwelt	Bauten (konstruktionsbedingt) <ul style="list-style-type: none"> • Bodenbeläge ● • Beleuchtung ● 		Betrieb (nutzungsbedingt) <ul style="list-style-type: none"> • Zustand Bauten ● • Nutzungsdichte
Ausrüstung und Hilfsmittel	Bekleidung <ul style="list-style-type: none"> • Schuhe ● 	Schutzausrüstung <ul style="list-style-type: none"> • Protektoren • Schuhketten 	Weitere Hilfsmittel <ul style="list-style-type: none"> • Sehhilfe
Mensch	Individuelle Voraussetzungen <ul style="list-style-type: none"> • Körper, Kognition ● • Risikokompetenz 		

Herausforderungen, Ansätze und Möglichkeiten

Die Verhältnisprävention zielt auf die Rahmenbedingungen des ganzen Systems ab. Damit Effekte der altersbedingten Entwicklung abgeschwächt werden können, reichen verhältnispräventive Massnahmen aber oft nicht aus. Physische und kognitive Einschränkungen entwickeln sich mit zunehmendem Alter schleichend und werden darum von den betroffenen Personen oft nicht erkannt. Ein wichtiger Aspekt ist daher das **Schärfen des Gefahrenbewusstseins** in der Bevölkerung. Dazu gehört beispielsweise das Wissen, dass persönliche Fähigkeiten und Fertigkeiten durch Training erhalten oder sogar verbessert werden können und sollten. Zusätzlich sollen ältere Erwachsene, deren Umfeld sowie Betreuungspersonen für **sicherheitsorientiertes Verhalten** sensibilisiert und entsprechend ausgebildet werden. Beispiele für sicherheitsorientiertes Verhalten sind regelmässige medizinische Untersuchungen, das Tragen von sicherem Schuhwerk oder Anpassungen der privaten Wohnumgebung wie z. B. das Anbringen eines Antirutsch-Anstrichs in Duschen oder Badewannen. Eine **zielgruppenorientierte Kommunikation** und das Bereitstellen von Informationen zu Produkten und Hilfsmitteln soll dieses Vorhaben zusätzlich unterstützen.

Herausforderungen

- Altersbedingte Abnahme von motorischen, sensorischen und kognitiven Kapazitäten
- Der altersbedingten Entwicklung kann nur begrenzt durch verhaltenspräventive Massnahmen entgegengewirkt werden

Ansätze und Möglichkeiten

- Persönliches Sturzrisiko durch Training von Kraft, Gleichgewicht und Wahrnehmung senken
- Sensibilisierung der Bevölkerung für sicherheitsorientiertes Verhalten in Bezug auf Böden (z. B. angepasstes Schuhwerk; Kapitel VI.6, S. 72)
- Sicherheitsberatung bezüglich Anpassungen der Infrastruktur zu Hause und in öffentlichen Institutionen (Rutschgefahren, Stolperfallen, Haltemöglichkeiten etc.)
- Informationsverfügbarkeit zu sicheren Produkten (z. B. Schuhe), Sicherheitsprodukten (z. B. stossdämpfende Böden) und Hilfsmitteln (z. B. Sehhilfe)
- Lancieren einer massenmedialen Informationskampagne
- Besondere Vorschriften bei Bau- und Betriebsbewilligungen für Alters- und Pflegeinstitutionen (Kapitel VI.3, S. 66)

6. Präventionsziel 5: Menschen tragen gleitfestes, der Situation angepasstes Schuhwerk

Der Schuh ist eines der vier Bodenelemente (Kapitel III.1, S. 26). Die Wahl des Schuhwerks beeinflusst die Gleitfestigkeit als zentrale Bodeneigenschaft entscheidend. Falsches Schuhwerk kann das Sturzrisiko massiv erhöhen. Die optimale Schuhwahl hängt vor allem von vorherrschenden Verhältnissen und den individuellen Voraussetzungen der gehenden Person ab. Bei Schnee und Nässe z. B. sollte auf eine gute Profilierung geachtet werden. Ein Schuh mit hohem Rist und robuster Sohle kann die Begehrbarkeit von Böden wie z. B. Natursteine verbessern. Weitere Einflussfaktoren sind in der Abbildung 22 dargestellt.

Aspekte

Die relevanten Aspekte betreffend Schuhwerk:

- Dem Wetter angepasste Schuhe tragen
- Berücksichtigung persönlicher Voraussetzungen

- Passende, gutsitzende Schuhe ohne Absatz

Herausforderungen, Ansätze und Möglichkeiten

Herausforderungen, Ansätze und Möglichkeiten für das Präventionsziel 5 decken sich weitestgehend mit den verhältnispräventiven Massnahmen des vierten Präventionsziels. Wichtig ist, dass das **Bewusstsein um die Gefahr**, die durch das Tragen von schlechtem Schuhwerk ausgeht, verbessert wird. Damit sich eine Person für sicheres Schuhwerk entscheidet, bedarf es an einer **ausgebildeten Risikokompetenz**. Besitzt eine Person eine gute Risikokompetenz, ist sie fähig, die eigenen Voraussetzungen richtig einzuschätzen, Gefahrensituationen zu erkennen und sich für die richtigen Schuhe zu entscheiden. Eine risikokompetente Person, die sich beispielsweise aufgrund einer verschlechterten Gleichgewichtsfähigkeit nicht mehr trittsicher fühlt, geht im Winter nicht mit Turnschuhen aus dem Haus, sondern wählt robuste Schuhe mit guter Profilierung.

Abbildung 22: Systematische Darstellung aller für das Präventionsziel 5 relevanten Einflussfaktoren anhand der PreviMAP (Abbildung 3, S. 32). ● = identifizierte Hauptrisikofaktoren (Kapitel V.5, S. 60).

Dienstleistung	Angebote und Produkte • Beratung und Service	
Natur und Umwelt	Aktuelle Verhältnisse (veränderlich) • Wetter / Klima ●	
Ausrüstung und Hilfsmittel	Bekleidung • Schuhe ●	Schutzausrüstung • Schuhketten
	Individuelle Voraussetzungen • Körper, Kognition ● • Risikokompetenz - Wahl des Schuhwerks ●	

Herausforderungen

- Fehlendes Gefahrenbewusstsein

Ansätze und Möglichkeiten

- Bevölkerung für die erhöhte Sturzgefahr aufgrund von unangepasstem Schuhwerk sensibilisieren
- Massenmediale Informationskampagne
- Sicherheitsorientiertes Verhalten durch mögliche rechtliche Folgen fördern (z. B. durch Verschärfung der Versicherungspraxis bei Unfällen im Zusammenhang mit unangepasstem Schuhwerk)
- Breite Kommunikation rechtlicher Folgen

7. Präventionsziel 6: Wissenschaftliche Grundlagen für die Interventionsplanung werden geschaffen

Die Beschreibung des Unfallgeschehens und der Einflussfaktoren zeigt, dass grosse Wissenslücken im Bereich der Unfallereignisse und der Unfallursachen bestehen. Die Prävention von Sturzunfällen mit Beteiligung von Böden soll durch fundiertes Wissen in Zukunft noch zielgerichteter und breiter abgestützt werden. Dafür sollen wissenschaftliche Grundlagen geschaffen werden, damit Unfallschwerpunkte, Hauptrisikofaktoren und die Interaktion dieser Faktoren noch besser identifiziert werden können. Die Einflussfaktoren auf das Präventionsziel 6 werden den distalen Systembereichen der PreviMAP zugeordnet (Abbildung 23, S. 74).

Aspekte

Folgende Aspekte sind für eine Verbesserung der wissenschaftlichen Grundlagen relevant:

- Exakte Beschreibung der Unfallereignisse Stürze mit Beteiligung von Böden
- Bedeutsamkeit der sturzrelevanten Bodeneigenschaften Gleitfestigkeit, Begehbarkeit und optische Wahrnehmung
- Relevanz von konstruktionsbedingten und nutzungsbedingten Einflussfaktoren
- Messmethodik und kritische Grössen der sturzrelevanten Bodeneigenschaften, v. a. der Gleitfestigkeit
- Zusammenspiel der verschiedenen Einflussfaktoren

Herausforderungen

- Verbreitung und Gefährlichkeit von einzelnen Risikofaktoren für Stürze mit Beteiligung von Böden sind nicht bekannt
- Akteure der Rettungskette sind unter Zeitdruck, was die detaillierte Datenerfassung erschwert
- Wissen zu den Unfallursachen liegt bei verschiedenen Akteuren der Rettungskette (regionale Unterschiede)

Herausforderungen, Ansätze und Möglichkeiten

Detaillierte Informationen zu Unfallursachen von Stürzen aufgrund von unvorteilhaften Bodeneigenschaften fehlen weitestgehend oder sind ungenau beschrieben. Beispielsweise lässt der Zustand «Schadhafte, verschmutzte oder nasse Böden» nicht darauf schliessen, ob sich ein Sturz aufgrund eines defekten Bodens (z. B. Stolpern über aufstehenden Bodenbelag) oder eines nassen Bodens (z. B. Ausrutschen auf nassem Küchenboden) ereignet hat. Für eine detaillierte Erfassung von Unfällen und somit auch von Stürzen ist oft nicht genug Zeit vorhanden. Ein System, welches eine **einfache Datenerfassung** ermöglicht, soll erfassende Personen unterstützen, detaillierte Informationen zu erheben. Bestenfalls kann ein solches System **ergänzend zu bestehenden Erfassungsinstrumenten** eingesetzt werden. Darüber hinaus sollen vorhandene Wissenslücken zur Gefährlichkeit und Verbreitung sturzrelevanter Einflussfaktoren durch **wissenschaftliche Studien** geschlossen werden. Das neue Wissen kann auf der Ebene der Regulation verwendet werden, um beispielsweise Anforderungen zu präzisieren oder neue technischen Normen zu definieren. Zusätzlich können Erkenntnisse aus der Forschung grundsätzlich die Verfügbarkeit von Informationen verbessern und die Entwicklung neuer, sicherer Produkte fördern.

Ansätze und Möglichkeiten

- Forschung zu Unfallursachen
- Aufbau eines nationalen Überwachungssystems / Ergänzung bestehender nationalen Statistiken mit Erfassung der Unfallursache
- Wissenschaftliche Studien zu Unfallereignissen und -ursachen von Stürzen mit Beteiligung von Böden

Abbildung 23: Systematische Darstellung aller für das Präventionsziel 6 relevanten Einflussfaktoren anhand der PreviMAP (Abbildung 3, S. 32). ● = identifizierte Hauptrisikofaktoren (Kapitel V.5, S. 60).

Gesellschaft	Wissen und Interessen • Forschung	
Regulation	Öffentliche Regulation • Gesetze ● • Verordnungen ●	Private Regulation • Richtlinien, Empfehlungen • Technische Normen ●
Dienstleistung	Informationen • Verfügbarkeit	Angebote und Produkte • Beratung und Service

8. Fazit

Für die Prävention von Stürzen infolge von unvorteilhaften Eigenschaften von Bodenbelägen wurden sechs Ziele erarbeitet. Die Erarbeitung basiert auf den identifizierten Unfallschwerpunkten (Kapitel IV.6, S. 42) und Hauptrisikofaktoren (Kapitel V.5, S. 60) sowie den Fachkenntnissen der Expertengruppe. Die Ziele wurden aufgrund fehlender empirischer Daten keiner Bewertung unterzogen und sind als gleichwertig zu betrachten. Trotzdem soll bei der Umsetzung ein Fokus auf dem Präventionsgrundsatz der BFU «Verhältnisprävention hat Vorrang gegenüber Verhaltensprävention» liegen. Die ersten drei Präventionsziele befassen sich primär mit der Schaffung von sicheren Rahmenbedingungen. Die Präventionsziele vier und fünf ergänzen die ersten drei Ziele mit verhältnispräventiven Massnahmen. Mithilfe von Präventionsziel sechs sollen wissenschaftliche Grundlagen für die Risikobewertung von Einflussfaktoren und die Planung und Bewertung von Interventionen erarbeitet oder – beispielsweise für die Erhebung von Unfalldaten – verbessert werden. Jedes der Präventionsziele basiert auf Herausforderungen, die mithilfe von sinnvollen und angemessenen Präventionsmassnahmen zu einer Reduktion von menschlichem Leid und volkswirtschaftlichen Kosten führen können.

VII. Schlussfolgerung

Unfallgeschehen

Basierend auf den verfügbaren Unfalldaten zeigt sich, dass der Sturz auf gleicher Ebene der relevante Hergang bei Stürzen mit Beteiligung des Bodens ist. Dies ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass unvorteilhafte Bodeneigenschaften bei Stürzen in der Ebene eine übergeordnete Rolle spielen (Abbildung 6, S. 38). Die meisten dieser Stürze ereignen sich im Freien, viele aber auch in Wohngebäuden (Tabelle 8, S. 40). Ursächliche Bodenarten und Zustände sind vor allem winterliche Bedingungen sowie schadhafte, verschmutzte oder nasse Böden, Dusch- oder Badewannen und Bereiche von Trottoirs (Tabelle 7, S. 39). Alle Bevölkerungsgruppen sind betroffen, wobei sich erwachsene Frauen öfter verletzen als Männer und die Unfälle der älteren Erwachsenen die meisten Kosten verursachen (Kapitel IV.6, S. 42). Stürze mit Todesfolge, bei welchen Bodeneigenschaften ursächlich sein könnten, können aufgrund der fehlenden Informationen in der Todesursachenstatistik des BFS nicht analysiert werden. Eine generelle Verbesserung der Datenlage soll angestrebt werden, damit die genauen Umstände bei Stürzen mit Verletzungsfolge im Detail analysiert und der Einfluss von Bodenbelägen bei tödlichen Stürzen verlässlich beschrieben werden können. Unfalldaten für die Altersgruppen der Kinder und Jugendlichen und der älteren Erwachsenen im Kontext Böden sind für die Schweiz nicht vorhanden. Eine bessere Kenntnis über das Unfallgeschehen dieser vulnerablen Personengruppen ist für das Verständnis des Gesamtkontexts und für eine gezieltere Interventionsplanung jedoch essenziell.

Einflussfaktoren

Das Sturzgeschehen mit Beteiligung von Böden wird durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst. Alle identifizierten Einflussfaktoren wurden anhand der PreviMAP Sturz in sechs verschiedene Ebenen unterteilt (Abbildung 3, S. 32). Ein erhöhtes Sturzrisiko ist multifaktoriell bedingt und wird stets durch mehrere dem Unfall nahe Faktoren (Kapitel V.2, S. 46) in Kombination mit den vorherrschenden Rahmenbedingungen beeinflusst (Kapitel V.3, S. 55). Eine quantitative

Beurteilung der Risikofaktoren anhand ihrer Gefährlichkeit und Verbreitung und die damit einhergehende Identifizierung von Hauptrisikofaktoren ist aufgrund fehlender Daten in der wissenschaftlichen Literatur noch nicht möglich. Die Unfallrelevanz und die Bedeutsamkeit der Einflussfaktoren wurde stattdessen mithilfe von Expertenwissen beurteilt, was zur Identifikation von neun Hauptrisikofaktoren führte (Kapitel V.5, S. 60). Im Sinne der Verhältnisprävention sollte jedoch – zumindest für konstruktionsbedingte Risikofaktoren von Böden – eine quantitative Risikobewertung realisiert werden. Das Projekt «Erhebung bauliche Sicherheit», welches die BFU 2021 initiiert hat, hat unter anderem als mittelfristiges Ziel, die Eigenschaften von Böden in Wohnhäusern zu erheben. Das Projekt soll damit wichtige Erkenntnisse zur Verbreitung von konstruktionsbezogenen Defiziten in der Schweiz liefern. Um zukünftig gezieltere Präventionsmassnahmen zu entwickeln, ist auch weiterführende Forschung zu verhaltensbezogenen Faktoren dringend nötig. Aufgrund der Anzahl und der Schwere von Sturzunfällen bei älteren Erwachsenen und der fortschreitenden Alterung der Gesellschaft sollten altersbedingte Risikofaktoren besonders beachtet werden. Mithilfe dieses Vorgehens sollen die aufgezeigten Einflussfaktoren und ihre Bedeutung für das Sturzgeschehen mit Beteiligung von Böden in Zukunft quantitativ beurteilt werden können.

Präventionsansätze

In Zusammenarbeit mit Expertinnen und Experten der BFU und basierend auf dem beschriebenen Unfallgeschehen und den Hauptrisikofaktoren sind insgesamt sechs Präventionsziele erarbeitet worden (Kapitel VI.1, S. 63 bis VI.6). Eine Bewertung der Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit der formulierten Präventionsmöglichkeiten kann aufgrund von fehlender wissenschaftlicher Literatur nicht vorgenommen werden. Verhältnispräventive Massnahmen weisen im Vergleich zu verhaltenspräventiven Massnahmen einen grösseren Wirkungsbereich auf. Daher sind verhältnispräventive den verhaltenspräventiven Massnahmen vorzuziehen. Ein erfolgversprechender Ansatz

der Verhältnisprävention, welcher über den gesamten Lebenszyklus von Bodenbelägen angewendet werden kann, ist «Building Information Modeling» (BIM). BIM stellt eine direkte und zeitnahe Beobachtung von und Einflussnahme auf konstruktionsbedingte Risikofaktoren sicher. Ein weiterer verhältnispräventiver Ansatz ist die Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen. Dafür soll die Forschung in Bezug auf Bodenbeläge vorangetrieben werden. Zwei wichtige Aspekte sind dabei die Entwicklung einer robusten Messmethodik der Gleitfestigkeit von Bodenbelägen sowie die Definition von kritischen Grössen für alle unfallrelevanten Bodeneigenschaften. Massnahmen im Bereich der Verhältnisprävention sollen durch Massnahmen der Verhältnisprävention begleitet werden. In Bezug auf Stürze mit Beteiligung des Bodens soll vor allem das Bewusstsein um Risikofaktoren in der gesamten Bevölkerung und spezifisch während der Ausbildung von Fachpersonen geschärft werden. Die Kombination der beiden Präventionsansätze verspricht längerfristig den grössten Erfolg.

VIII. Anhang

1. Filtereigenschaften

Tabelle 14: Verwendete Codes für das Filtern der UVG-Daten (links) und deren Zusammenfassung in die vier in diesem Bericht verwendeten Kategorien (rechts)

UVG-Codes	Kategorien
Badewannen ¹	¹ Badewannen und Duschen
Böden (verschmutzt, schadhaft, nass) ³	² Glatteis, Vereisungen, Schneebeläge
Böden in Geb. (schadhaft, nass, rutschig, ...) ³	³ Schadhafte, verschmutzte oder nasse Böden
Duschen ¹	⁴ Trottoirrand und -mäuerchen
Glatteis, Vereisungen ²	
Schneeeläge ²	
Trottoirrand, -mäuerchen ⁴	

2. Berechnung Kostenschätzung

Tabelle 15: Materielle Kosten in Mio. CHF durch Sturzunfälle nach Alter und Verletzungsschwere, Ø 2015–2018

	Leichtverletzte	Mittelschwerverletzte	Schwerverletzte	Invalide	Getötete	Total
0–16	85	47	35	25	5	197
17–64	213	306	578	266	152	1514
65+	132	244	512	152	692	1732
Total	430	597	1125	442	849	3444

Quelle: Aktualisierte BFU-Berechnung

Tabelle 16: Verletzte im UVG-Segment durch einen Sturz nach Alter¹, Verletzungsschwere und Beteiligung eines Bodens, Ø 2010-2014

Alter	Ohne Beteiligung Boden				Total
	Leicht verletzt	Mittelschwer verletzt	Schwer verletzt	Invalidität	
-19	1049	80	31	1	1161
17-64	67168	9024	4085	142	80419
60+	1436	296	447	155	2334
Total (ohne Doppelzählungen)					82273

Alter	Mit Beteiligung Boden				Total
	Leicht verletzt	Mittelschwer verletzt	Schwer verletzt	Invalidität	
-19	247	20	8	0	275
17-64	18952	2807	1433	43	23235
60+	428	106	150	46	730
Total (ohne Doppelzählungen)					23749

Alter	Anteil mit Beteiligung Boden				Total
	Leicht verletzt	Mittelschwer verletzt	Schwer verletzt	Invalidität	
-19	19%	20%	21%	0%	19%
17-64	22%	24%	26%	23%	22%
60+	23%	26%	25%	23%	24%
Total (ohne Doppelzählungen)					22%

¹ 0-19-jährige UVG-Versicherte als Proxy für 0-16-Jährige gemäss BFU-Hochrechnung und 60+-jährige UVG-Versicherte als Proxy für 65+-Jährige gemäss BFU-Hochrechnung
 Quelle: SSUV: UVG-Statistik

Tabelle 17: Anteil Verletzte im UVG-Segment durch einen Sturz mit Beteiligung von Böden am Total aller Sturzunfälle nach Alter¹ und Verletzungsschwere, Ø 2015–2018

	Leichtverletzte	Mittelschwerverletzte	Schwerverletzte	Invalide	Getötete ²	Total (exkl. Getötete)
0–16	17%	18%	18%	0%	17%	17%
17–64	19%	21%	23%	20%	20%	20%
65+	20%	23%	22%	20%	21%	21%
Total						20%

¹ 0–19-jährige UVG-Versicherte als Proxy für 0–16-Jährige gemäss BFU-Hochrechnung und 60+-jährige UVG-Versicherte als Proxy für 65+-Jährige gemäss BFU-Hochrechnung

² Keine Angaben vorhanden. Es wird der Anteil aller Verletzten genommen.

Quelle: SSUV: UVG-Statistik

Tabelle 18: Abschätzung der materiellen Kosten in Mio. CHF durch Sturzunfälle mit Beteiligung von Böden nach Alter und Verletzungsschwere, Ø 2015–2018

	Leichtverletzte	Mittelschwerverletzte	Schwerverletzte	Invalide	Getötete	Total gerundet
0–16	14	8	6	0	1	30
17–64	41	64	132	54	30	320
65+	27	57	113	30	145	370
Total	82	129	251	85	176	720

Quelle: Aktualisierte BFU-Berechnung; SSUV: UVG-Statistik

Quellenverzeichnis

- [1] Bächli M, Derrer P. *Unfallschwerpunkte im Bereich Haus und Freizeit: Analyse der Nichtberufsunfälle in der Schweiz*. Bern: BFU, Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2021. Forschung 2.385. DOI:10.13100/BFU.2.385.01.2021.
- [2] BFU, Beratungsstelle für Unfallverhütung. *Mehrjahresprogramm 2021–2025*. Bern: BFU; 2020.
- [3] Niemann S, Achermann Stürmer Y, Derrer P, Ellenberger L. *Status 2021: Statistik der Nichtberufsunfälle und des Sicherheitsniveaus in der Schweiz*. Bern: BFU, Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2021. DOI:10.13100/BFU.2.399.01.2021.
- [4] Stöcklin R. *Rechtliches zur Sturzprävention im Hochbau: Ein Überblick über Vorgaben für bauliche Massnahmen*. Bern: BFU, Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2019. Fachdokumentation 2.034.
- [5] Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. DGUV. *Bewertung der Rutschgefahr unter Betriebsbedingungen*. Berlin; 2019. DGUV Information 208-041.
- [6] Wetzler C, Windhövel U, Mewes D, Götte T. Rutschgefahren erkennen und vermeiden: Teil 1: Grundlagen, Messverfahren und Anforderungen. *Technische Sicherheit*. 2013; 3(4): 49–54.
- [7] BFU, Beratungsstelle für Unfallverhütung. *Prüfreglement zur Klassifizierung von Bodenbelägen mit rutschhemmenden Eigenschaften*. Bern; 2014. BFU-Prüfreglement.
- [8] Buchser M. *Anforderungsliste Bodenbeläge: Leitfaden: «Anforderungen an die Rutschhemmung in öffentlichen und privaten Bereichen»*. Bern: BFU, Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2018. Fachdokumentation 2.032.
- [9] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA. *SIA 500 Hindernisfreie Bauten*. Zürich: SIA; 2009. SN 521 500.
- [10] Fischer H, Görner B, Karl M et al. *Vermeiden von Unfällen durch Stolpern, Umknicken und Fehltreten*. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin BAuA; 2008. Forschung Projekt F 1641.
- [11] Nemire K, Johnson DA, Vidal K. The science behind codes and standards for safe walkways: changes in level, stairways, stair handrails and slip resistance. *Appl Ergon*. 2016; 52: 309–316. DOI:10.1016/j.apergo.2015.07.021.
- [12] Derler S, Huber R, Kausch F. *Wahrnehmung und Sturzunfälle: EMPA-Prüfbericht Nr. 201923*. St. Gallen: EMPA Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology; BFU, Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2009. Grundlage Unfallforschung.
- [13] Thomas NM, Skervin TK, Foster RJ et al. Influence of step-surface visual properties on confidence, anxiety, dynamic stability, and gaze behaviour in young and older adults. *Hum Mov Sci*. 2021; 77: 102774. DOI:10.1016/j.humov.2021.102774.
- [14] Schweizerische Normen-Vereinigung SNV. *Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen*. Winterthur: SNV; 2013. SN EN 12464-1.
- [15] Schweizerische Normen-Vereinigung SNV. *Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 2: Arbeitsplätze im Freien*. Winterthur: SNV; 2014. SN EN 12464-2.
- [16] Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. DGUV. *Barrierefreie Arbeitsgestaltung: Teil 2: Grundsätzliche Anforderungen*. Berlin; 2017. DGUV Information 215-112.

- [17] Friedman SM, Munoz B, West SK et al. Falls and fear of falling: Which comes first? A longitudinal prediction model suggests strategies for primary and secondary prevention. *J Am Geriatr Soc.* 2002; 50(8): 1329–1335. DOI:10.1046/j.1532-5415.2002.50352.x.
- [18] Goode N, Salmon PM, Lenne M, Finch C. *Translating systems thinking into practice: A guide to developing incident reporting systems.* Milton: CRC Press/Taylor & Francis Group; 2019.
- [19] Bürgi F, Walter M, Derrer P et al. *Bergwanderstudie: Ein Systemansatz in der Unfallprävention.* Bern: BFU, Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2020. Forschung 2.380. DOI:10.13100/BFU.2.380.01.2020.
- [20] Rasmussen J. Risk management in a dynamic society: A modelling problem. *Saf Sci.* 1997; 2/3(27): 183–213. DOI:10.1016/S0925-7535(97)00052-0.
- [21] Niemann S, Lieb C, Sommer H. *Nichtberufsunfälle in der Schweiz: Aktualisierte Hochrechnung und Kostenberechnung.* Bern: BFU, Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2015. BFU-Report 71.
- [22] Koordinationsgruppe für die Statistik der Unfallversicherung UVG KSUV. *Unfallstatistik UVG 2020.* Luzern: KSUV; 2020.
- [23] Bundesamt für Statistik BFS. *Statistik der Todesursachen und Totgeburten (CoD).* <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/gesundheit/erhebungen/ecod.assetdetail.7033.html>. Zugriff am 17.01.2022.
- [24] Ellenberger L, Bächli M. *Sicherheitsanalyse Treppen: Unfall-, Risiko und Interventionsanalyse.* Bern: BFU, Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2022. Forschung 2.420. DOI:10.13100/bfu.2.420.01.2021.
- [25] Wetzel C. *Entwicklung einer Rutschhemmungsmatrix zur Auswahl von Bodenbelägen und Schuhen zur Reduzierung von Ausgleitunfällen: Wissenschaftlicher Abschlussbericht FP 288 Rutschhemmungsmatrix.* Wuppertal: Bergische Universität Wuppertal; 2013.
- [26] Derler S, Kausch F, Huber R. *Veränderung der Gleitfestigkeit von Bodenbelägen durch die Benutzung: EMPA-Prüfbericht Nr. 200253.* St. Gallen: EMPA Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology; BFU, Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2003. Grundlage Unfallforschung.
- [27] Rechsteiner I, Derler S. *Temperaturabhängigkeit der Gleitfestigkeit: EMPA-Prüfbericht Nr. 207802.* St. Gallen: EMPA Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology; BFU, Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2011. Grundlage Unfallforschung.
- [28] Chang W-R, Leclercq S, Lockhart TE, Haslam R. State of science: occupational slips, trips and falls on the same level. *Ergonomics.* 2016; 59(7): 861–883. DOI:10.1080/00140139.2016.1157214.
- [29] Derler S, Kausch F. *Einfluss von Pflegebehandlungen auf die Gleitfestigkeit von Bodenbelägen: Schlussbericht Auftrag Nr. 127795.* St. Gallen: EMPA Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology; BFU, Beratungsstelle für Unfallverhütung; 1998. Grundlage Unfallforschung.
- [30] Buchser M. *Bodenbeläge: Leitfaden für Planung, Bau und Unterhalt von sicheren Bodenbelägen.* Bern: BFU, Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2014. Fachdokumentation 2.027.
- [31] Derler S, Kausch F, Huber R. *Antirutschbehandlungen für elastische Bodenbeläge: EMPA-Prüfbericht Nr. 201036.* St. Gallen: EMPA Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology; BFU, Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2001. Grundlage Unfallforschung.

- [32] Jeannotat B, Engel M, Bohn F. *Bauliche Massnahmen zur Sturzprävention in Alters- und Pflegeinstitutionen: Leitfaden für Planer, Bauträger und Bauherrenvertretung sowie Pflege- und Sicherheitsverantwortliche von stationären Alters- und Pflegeinstitutionen*. Bern: BFU, Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2013. Fachdokumentation 2.103.
- [33] Lachance CC, Jurkowski MP, Dymarz AC et al. Compliant flooring to prevent fall-related injuries in older adults: A scoping review of biomechanical efficacy, clinical effectiveness, cost-effectiveness, and workplace safety. *PLoS One*. 2017; 12(2): e0171652. DOI:10.1371/journal.pone.0171652.
- [34] Menant JC, Steele JR, Menz HB et al. Optimizing footwear for older people at risk of falls. *J Rehabil Res Dev*. 2008; 45(8): 1167–1181.
- [35] Derler S, Kausch F. *Einfluss von Sohlenmaterial und Profil auf die Gleitfestigkeit: EMPA-Prüfbericht Nr. 124380*. St. Gallen: EMPA Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology; BFU, Beratungsstelle für Unfallverhütung; 1997. Grundlage Unfallforschung.
- [36] Santesso N, Carrasco-Labra A, Brignardello-Petersen R. Hip protectors for preventing hip fractures in older people (Review). *Cochrane Database Syst Rev*. 2014;(3): 1-81. DOI:10.1002/14651858.CD001255.pub5.
- [37] Jeong Y, Ahn S, Kim J et al. Impact attenuation of the soft pads and the wearable airbag for the hip protection in the elderly. *Int. J. Precis. Eng. Manuf*. 2019; 20(2): 273–283. DOI:10.1007/s12541-019-00053-9.
- [38] Redfern MS, Cham R, Gielo-Periczak K et al. Biomechanics of slips. *Ergonomics*. 2001; 44(13): 1138–1166. DOI:10.1080/00140130110085547.
- [39] Gard G, Lundborg G. Pedestrians on slippery surfaces during winter – methods to describe the problems and practical tests of anti-skid devices. *Accid Anal Prev*. 2000; 32(3): 455–460. DOI:10.1016/S0001-4575(99)00070-6.
- [40] Lord SR. Visual risk factors for falls in older people. *Age Ageing*. 2006; 35(Suppl 2): ii42–ii45. DOI:10.1093/ageing/afl085.
- [41] van Dieën JH, Pijnappels M, Bobbert MF. Age-related intrinsic limitations in preventing a trip and regaining balance after a trip. *Saf Sci*. 2005; 43(7): 437–453. DOI:10.1016/j.ssci.2005.08.008.
- [42] Lockhart TE, Woldstad JC, Smith JL, Ramsey JD. Effects of age related sensory degradation on perception of floor slipperiness and associated slip parameters. *Saf Sci*. 2002; 40(7-8): 689–703. DOI:10.1016/S0925-7535(01)00067-4.
- [43] Salthouse TA. When does age-related cognitive decline begin? *Neurobiol Aging*. 2009; 30(4): 507–514. DOI:10.1016/j.neurobiolaging.2008.09.023.
- [44] Schürch B, Thüler H, Baeriswyl S. *Sichere Bewegungsförderung bei Kindern: Leitfaden für Kindergärten, (Tages-)Schulen, Kindertagesstätten, Spielgruppen und Horte*. Bern: BFU, Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2019. Fachdokumentation 2.082.
- [45] Turner C, McClure R, Pirozzo S. Injury and risk-taking behavior – a systematic review. *Accid Anal Prev*. 2004; 36(1): 93–101. DOI:10.1016/S0001-4575(02)00131-8.
- [46] Elfering A, Kottwitz MU, Häfliger E et al. Interruptions, unreasonable tasks, and quality-threatening time pressure in home care: linked to attention deficits and slips, trips, and falls. *Safety and health at work*. 2018; 9(4): 434–440. DOI:10.1016/j.shaw.2018.02.001.

- [47] Ewert U. *Unaufmerksamkeit und Ablenkung*. Bern: BFU, Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2011. BFU-Faktenblatt Nr. 07.
- [48] Achermann Stürmer Y. *Drogen und Medikamente im Strassenverkehr*. Bern: BFU, Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2013. BFU-Faktenblatt Nr. 10.
- [49] Kool B, Ameratunga S, Jackson R. The role of alcohol in unintentional falls among young and middle-aged adults: a systematic review of epidemiological studies. *Inj Prev*. 2009; 15(5): 341–347. DOI:10.1136/ip.2008.021303.
- [50] Huang AR, Mallet L, Rochefort CM et al. Medication-related falls in the elderly: Causative factors and preventive strategies. *Drugs Aging*. 2012; 29(5): 359–376. DOI:10.2165/11599460-000000000-00000.
- [51] Rechsteiner I, Derler S. *Untersuchung der Gleitfestigkeit von 20 Bodenbelägen zum Vergleich verschiedener Messgeräte: EMPA-Prüfbericht Nr. 5211 00779 100 01*. St. Gallen: EMPA Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology; BFU, Beratungsstelle für Unfallverhütung; 2013. Grundlage Unfallforschung.
- [52] Schweizerische Eidgenossenschaft. Bundesgesetz über die Beseitigung von Benachteiligungen von Menschen mit Behinderungen (Behindertengleichstellungsgesetz, BehiG) vom 13. Dezember 2002: SR 151.3.
- [53] Bundesamt für Wohnungswesen BWO, pro-cap – für Menschen mit Handicap, Hindernisfreie Architektur – Die Schweizer Fachstelle. *Gestaltung von altersgerechten Wohnbauten: Merkblatt*. Bern; 2013.
- [54] Schweizerische Eidgenossenschaft. Bundesgesetz über die Arbeit in Industrie, Gewerbe und Handel (Arbeitsgesetz, ArG) vom 13. März 1964: SR 822.11.
- [55] Staatssekretariat für Wirtschaft SECO. *Wegleitung zu den Verordnungen 3 und 4 zum Arbeitsgesetz: Gesundheitsschutz – Plangenehmigung*. Bern: SECO; 2020. SECO Publikationen Arbeitsbedingungen.
- [56] Europäisches Komitee für Normung CEN. *Bestimmung der Rutschhemmung von Fussböden – Ermittlungsverfahren*. Brüssel: CEN; 2021. EN 16165.
- [57] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA. *SIA 253 Bodenbeläge aus Linoleum, Kunststoff, Gummi, Kork, Textilien und Holz*. Zürich: SIA; 2002. SN 567 253.
- [58] Kohli R, Babel J, Deplazes J. *Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung der Schweiz und der Kantone: 2020–2050*. Neuenburg: Bundesamt für Statistik BFS; 2020.

Impressum

Herausgeberin

BFU, Beratungsstelle für Unfallverhütung
Postfach, 3001 Bern
+41 31 390 22 22
info@bfu.ch
bfu.ch / bestellen.bfu.ch, Art.-Nr. 2.421

Autorin

- Jolanda Vetsch, Wissenschaftliche Mitarbeiterin
Forschung, BFU
- Mirjam Bächli, Wissenschaftliche Mitarbeiterin
Forschung, BFU

Redaktion

Othmar Brügger, Leiter Forschung Haus und Sport,
BFU

Projektteam

- Regula Hartmann, Leiterin Haus und Sport,
Stv. Direktorin, BFU
- Fabienne Mangold, Projektassistentin For-
schung, BFU
- Abteilung Publikationen / Sprachdienst, BFU

© BFU 2022

Alle Rechte vorbehalten. Verwendung unter Quellen-
angabe (siehe Zitationsvorschlag) erlaubt. Kommer-
zielle Nutzung ausgeschlossen.

Zitationsvorschlag

Vetsch J, Bächli M. *Sicherheitsanalyse Böden: Un-
fallgeschehen, Einflussfaktoren und Präventions-
ziele.*

Bern: BFU, Beratungsstelle für Unfallverhütung;
2022. Forschung 2.421.

DOI: 10.13100/BFU.2421.01.2022

Abbildungsverzeichnis

- Titelbild: Getty Images

Die BFU macht Menschen sicher.

Als Kompetenzzentrum forscht und berät sie, damit in der Schweiz weniger folgenschwere Unfälle passieren – im Strassenverkehr, zu Hause, in der Freizeit und beim Sport. Für diese Aufgaben hat die BFU seit 1938 einen öffentlichen Auftrag.