



GDV
Unfallforschung
der Versicherer

UNFALLFORSCHUNG KOMPAKT NR. 130

Sicherer Kindertransport mit dem Fahrrad



Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.

Unfallforschung der Versicherer (UDV)
Wilhelmstraße 43 / 43 G, 10117 Berlin
Postfach 08 02 64, 10002 Berlin
Tel. 030 2020-5821, Fax 030 2020-6633
www.udv.de, www.gdv.de, unfallforschung@gdv.de

Redaktionsschluss

30.04.2024

Redaktion

Dr. Matthias Kühn
Jenö Bende

Realisation

zwoplus, Berlin

Bildnachweis

Titel: Michael Derrer Fuchs / shutterstock
Die Nutzungsrechte der übrigen Bilder und Grafiken in dieser
Broschüre liegen bei der Unfallforschung der Versicherer.

Alle Ausgaben

auf UDV.de

Disclaimer

Die Inhalte wurden mit der erforderlichen Sorgfalt erstellt. Gleichwohl besteht keine Gewährleistung auf Vollständigkeit, Richtigkeit, Aktualität oder Angemessenheit der darin enthaltenen Angaben oder Einschätzungen.

Inhalt

1. Einleitung	04
2. Gesetzliche Rahmenbedingungen	04
2.1 Lastenfahrräder	04
2.2 Fahrradanhänger	05
2.3 Fahrrad-Kindersitze	05
3 Unfallanalyse	06
4. Nutzerbefragung und Nutzertests	10
4.1 Online-Befragung	10
4.2 Felduntersuchung	11
5. Felderhebung Berlin	13
6. Untersuchungen zur aktiven und passiven Sicherheit	14
6.1 Untersuchungen zur Fahrdynamik	14
6.1.1 Untersuchte Fahrmanöver	14
6.1.2 Zusammenfassung der Fahrversuche	16
6.1.3 Untersuchung zum Überholabstand	16
6.2 Untersuchungen zur passiven Sicherheit	17
6.2.1 Crash-Versuche	18
6.2.2 Zusammenfassung der Erkenntnisse	18
6.2.3 Computersimulation	18
7. Empfehlungen	21
7.1 Fahrrad-Kindersitze	21
7.2 Fahrradanhänger	22
7.3 Lastenfahrräder	22
Literatur	24

1. Einleitung

Der Anteil von Fahrrädern im Straßenverkehr hat in den letzten Jahren und insbesondere im Zusammenhang mit der Covid-Pandemie vor allem im urbanen Raum deutlich zugenommen [RAD20]. Dabei wird das Fahrrad zunehmend nicht nur als Fortbewegungsmittel für die Fahrer:innen selbst, sondern auch als Transportmittel für Kinder eingesetzt. Neben dem klassischen **Kindersitz** kommen dafür vermehrt auch **Fahrradanhänger** und **Lastenfahrräder** zum Einsatz.

Im Rahmen der Studie wird untersucht, wie sich die verschiedenen Transportarten für Kinder auf dem Fahrrad, im Wesentlichen sind das der Kindersitz, der Fahrradanhänger und das Lastenfahrrad, auf die Sicherheit auswirken und welche spezifischen Risiken es für die einzelnen Systeme ggf. gibt. Die hier dargelegten Ergebnisse beziehen sich auf den Forschungsbericht zum Projekt, das gemeinsam mit der Gesellschaft für Kraftfahrzeugtechnik Berlin – GKB UG bearbeitet worden ist [FOB24].

2. Gesetzliche Rahmenbedingungen

Bei der Beförderung von Kindern auf dem Fahrrad sind grundsätzlich die gesetzlichen Rahmenbedingungen zu beachten. In der Straßenverkehrsordnung (StVO) [STV13] sind in § 21 Absatz 3 Regelungen bezüglich des Kindertransports auf Fahrrädern im Allgemeinen festgehalten. Diese besagen, dass die befördernde Person mindestens 16 Jahre alt sein muss. Es muss sichergestellt sein, dass die Füße des Kindes nicht in die Speichen geraten können. In Kindersitzen und Anhängern gilt im Allgemeinen eine Altersgrenze von maximal sieben Jahren für transportierte Kinder, die bei Kindern mit Behinderungen jedoch entfällt. In einem Fahrradanhänger dürfen maximal zwei Kinder gleichzeitig transportiert werden. Grundsätzlich besteht keine Helm- oder Anschnallpflicht.

2.1 Lastenfahrräder

Für Lastenfahrräder gibt es keine gesonderten Regelungen. Sie werden gesetzlich behandelt wie herkömmliche Fahrräder und unterliegen somit denselben Bedingungen. Ist das Lastenfahrrad „zur Personenbeförderung eingerichtet“, gelten folgende Bedingungen: Es gibt keine Altersbeschränkung für Mitfahrer:innen, jedoch müssen für Kinder bis zum vollendeten siebten Lebensjahr „besondere Sitze“ verbaut sein. „Besondere Sitze“ sind in diesem Kontext jedoch nicht näher definiert. Auch für die Anzahl der Mitfahrer:innen gibt es keine Beschränkung und eine Helmpflicht besteht weder für die Fahrer:innen noch für Mitfahrer:innen. Es sind in der DIN-Norm 79010 [NORMDIN 79010:2020-02] jedoch gewisse Mindestanforderungen an Lastenfahrräder festgehalten [BUN21]. In dieser Norm werden grundsätzliche Anforderungen wie der Schutz vor Scher- und Quetschverletzungen, Anforderungen an die chemischen Eigenschaften der verwendeten Materialien, Schutzmaßnahmen zur Entflammbarkeit etc. formuliert. Vor allem aber sind Anforderungen an die zu verwendenden Gurtsysteme und deren Schließ-

mechanismen beschrieben. Diese leiten sich aus der DIN-Norm 15918 [NORMDIN EN 15918:2017-05], welche die Sicherheitsanforderungen an Fahrradanhänger zum Kindertransport beschreibt, ab. Darin sind Belastungstests für Gurte und Gurtschlösser definiert, die diese schadenfrei überstehen müssen.

Vorschriften bezüglich Beleuchtungseinrichtungen bei Lastenfahrrädern sind in § 67 StVZO [STV12] aufgeführt. Diese unterscheiden sich jedoch nicht von den Vorschriften, die auch für herkömmliche Fahrräder und Pedelecs gelten.

2.2 Fahrradanhänger

Es gibt für Fahrradanhänger konkrete Vorschriften bezüglich der anzubringenden Beleuchtungselemente. Diese sind in der Straßenverkehrszulassungsordnung in § 67a [STV12] festgehalten. Bei mehr als 60 cm Anhängerbreite ist an der Vorderseite links und rechts je ein weißer Rückstrahler mit maximal 20 cm Abstand zur Außenkante vorgeschrieben. Bei mehr als 1 m Anhängerbreite ist zusätzlich eine weiße Leuchte vorne links anzubringen. Am Heck des Anhängers müssen bei mehr als 60 cm Anhängerbreite links eine rote Schlussleuchte und generell links und rechts je ein roter Rückstrahler der Kategorie „Z“ mit maximal 20 cm Abstand zur Außenkante vorhanden sein. An jedem der Räder müssen weiße Reflektorstreifen oder je zwei um 180° versetzte gelbe Speichenrückstrahler angebracht sein. Diese Vorschriften gelten für Fahrradanhänger, die ab dem 01.01.2018 in Verkehr gebracht wurden. Anforderungen an die Sicherheit der Rahmenstruktur, der Gurte und der Gurtschlösser sind in der Norm DIN EN 15918 [NORMDIN EN 15918:2017-05] festgelegt. Darin sind konkrete Zugkraftprüfungen an den Gurten und quasistatische Steifigkeitsprüfungen für den Rahmen beschrieben.

2.3 Fahrrad-Kindersitze

Mindestanforderungen und Prüfverfahren bezüglich Fahrrad-Kindersitzen sind in der DIN EN 14344 [NORMDIN EN 14344:2022-08] definiert. Auch hier werden dezidierte Prüfverfahren für die Gurte, das Gurtschloss und für den Kindersitz hinsichtlich seiner Festigkeit beschrieben.

In der StVO und StVZO ist spezifisch die Einhaltung der Normen für Lastenfahrräder, Anhänger und Kindersitze nicht vorgeschrieben, jedoch besagt § 63a Abs. 3 StVZO folgendes: „Fahrräder und Fahrradanhänger dürfen nur dann im öffentlichen Straßenverkehr in Betrieb genommen werden, wenn sie den Vorschriften dieser Verordnung, den zu ihrer Ausführung amtlich veröffentlichten Bekanntmachungen sowie dem Stand der Technik zum Zeitpunkt der Herstellung entsprechen.“ [STV12] Im Zuge dieses Satzes müssen Anhänger und auch Lastenfahrräder, welche aktuell rechtlich als Fahrräder gelten, dem Stand der Technik und somit auch den gültigen Normen entsprechen.

3. Unfallanalyse

Um ein umfassendes Verständnis für die Situation des Kindertransports mit dem Fahrrad und insbesondere das Unfallgeschehen zu erhalten, ist ein detaillierter Blick in Unfalldatenbanken und in weitere Beschreibungen von Unfällen unerlässlich.

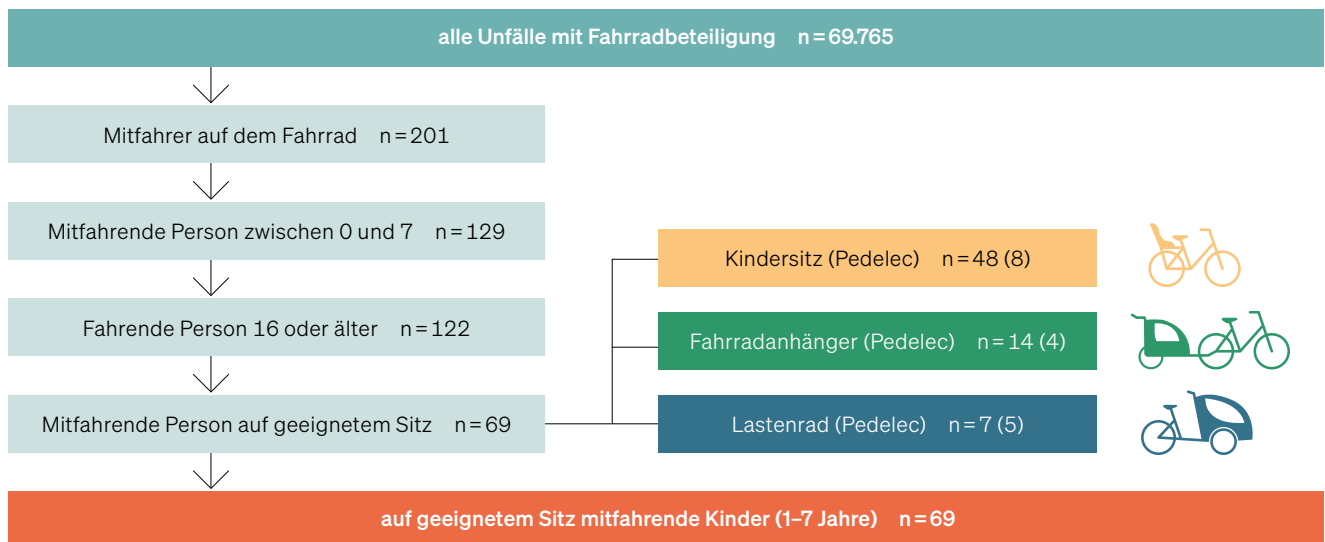
Die polizeilich registrierten Radunfälle mit Personenschäden steigen und bilden damit die Zunahme des Radverkehrs allgemein ab. Die Radunfälle (n=70.496) lagen 2022 bereits 11 % über dem Vor-Corona-Niveau. Radunfälle mit Personenschaden und mitfahrenden Kindern waren vergleichsweise selten, nahmen aber ebenfalls zu. Im Vergleich zu 2019 stiegen sie um 45 % auf n=222 Unfälle im Jahr 2022. Dabei war es nur Zufall, dass es in diesem Jahr kein getötetes mitfahrendes Kind auf dem Rad gab. Der Trend hin zu mehr Radverkehr und mehr Radverkehrsunfällen wird sich fortsetzen.

Während die Unfallstatistik des Bundes (DESTATIS) [STA19, STA20, STA21] nur unzureichende Details zu Fahrradunfällen mit involvierten Kindern liefert, können auf Basis der polizeilichen Unfalldaten recht genaue Auswertungen vorgenommen werden. Dabei handelt es sich um sogenannte EUSKa-Daten, welche von der Polizei der meisten Bundesländer geführt und einheitlich erfasst werden.

Insgesamt sind in den EUSKa-Daten 69.765 Unfälle erfasst (siehe Abbildung 1). Diese 69.765 Fälle bilden die Vergleichsgruppe. In 201 dieser Fälle wurde mindestens eine mitfahrende Person auf dem Fahrrad transportiert. In 122 dieser Fälle sind sowohl die befördernde Person als auch die beförderte(-n) Person(-en) im rechtlich zulässigen Alter für den Kindertransport auf dem Fahrrad. In 69 dieser Fälle wurde ein Kindersitz, ein Fahrradkinderanhänger oder ein Lastenfahrrad für den Transport genutzt. Diese 69 Fälle bilden die Untersuchungsgruppe, welche im Folgenden mit

Radunfälle mit mitfahrenden Kindern sind vergleichsweise selten

Abbildung 1 · Überblick über die betrachteten polizeilichen Unfalldaten (EUSKa) aus elf Bundesländern des Jahres 2020



der zuvor definierten Vergleichsgruppe abgeglichen wird. Aufgrund der vergleichsweise geringen Fallzahl in der Untersuchungsgruppe kann ihre Doppelnennung in der Vergleichsgruppe vernachlässigt werden. Ergebnisse dieser Auswertung sind zudem aufgrund des Vergleichs zwischen der Untersuchungsgruppe (n=69) und der Vergleichsgruppe (n=69.765) statistisch nur eingeschränkt belastbar.

Die beförderten Kinder sind mindestens leichtverletzt

Abbildung 2 · Verletzungsgrade der beförderten Kinder in den EUSKa-Unfalldaten aus elf Bundesländern des Jahres 2020

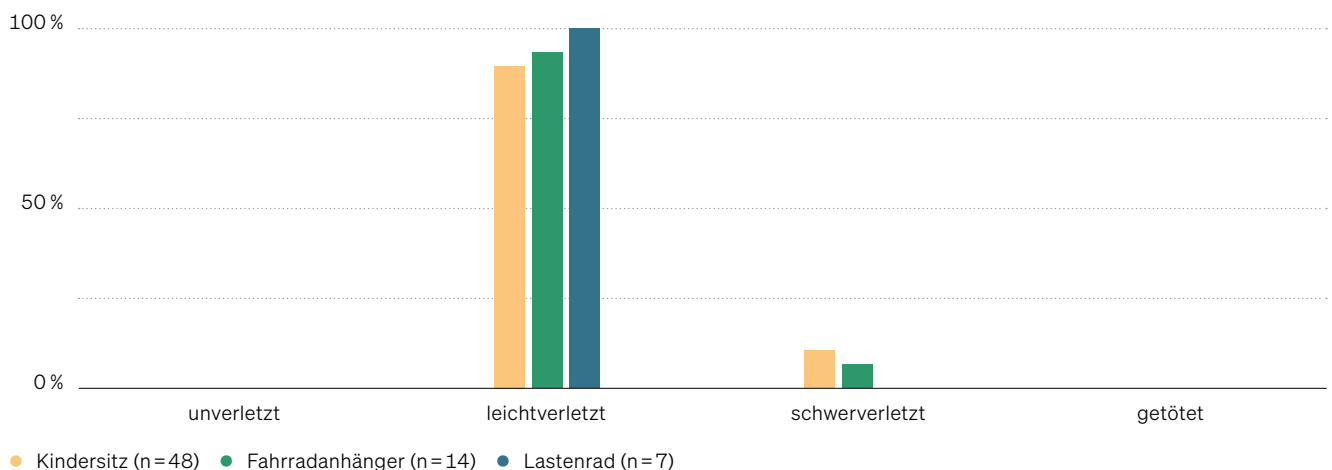
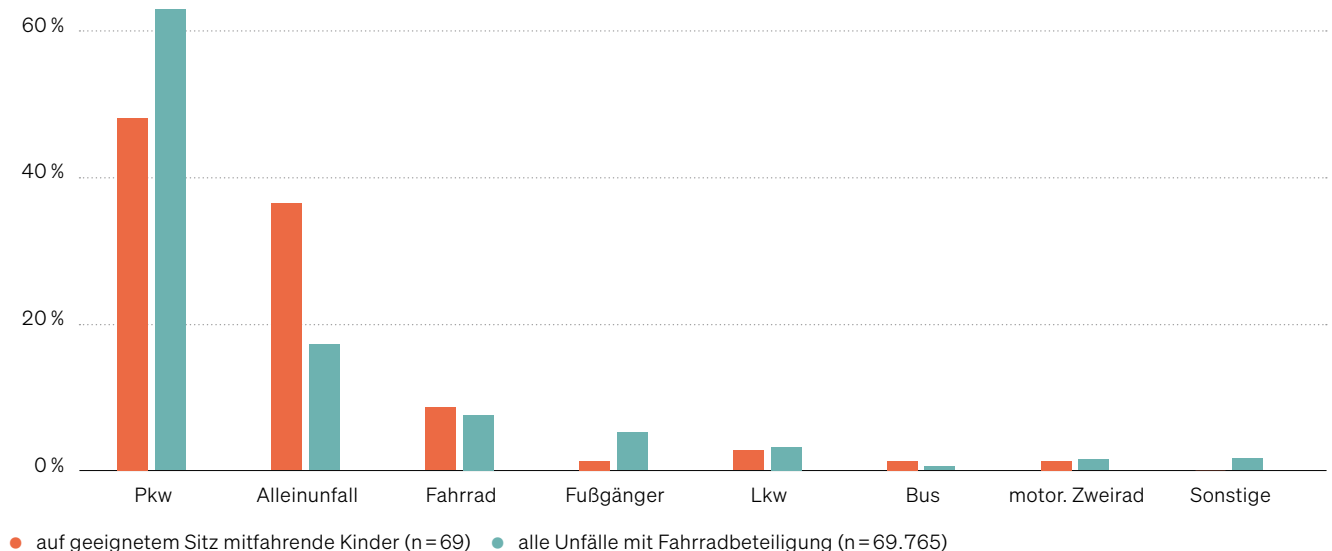


Abbildung 2 zeigt die Verletzungsgrade der beförderten Kinder, bezogen auf die jeweilig verwendete Transportmethode im Jahr 2020. Auffällig ist hier, dass die Kinder in jedem Fall mindestens leichtverletzt sind. Getötete Kinder wurden im betrachteten Zeitraum nicht erfasst.

Unfallgegner Nummer eins ist der Pkw

Abbildung 3 · Unfallgegner in Untersuchungs- und Vergleichsgruppe in den EUSKa-Unfalldaten aus elf Bundesländern des Jahres 2020



Die in Abbildung 3 dargestellte Verteilung der Unfallgegner zeigt in beiden Gruppen überwiegend Unfälle zwischen Fahrrad und Pkw, gefolgt von Alleinunfällen und Unfällen zwischen mehreren Fahrradfahrer:innen. Auffällig ist hierbei der deutlich erhöhte Anteil der Alleinunfälle in der Untersuchungsgruppe. Hier könnte ein erster Hinweis auf Handhabungsschwierigkeiten infolge der veränderten Fahrtdynamik von beladenen Fahrrädern bestehen. Zudem ist auffällig, dass in der Untersuchungsgruppe ein bedeutend geringerer Anteil aus Fußgänger:innen-Unfällen besteht. Dies steht in einem Kontrast zur geläufigen Annahme, dass Eltern beim Befördern von Kindern vermehrt Gehwege nutzen würden.

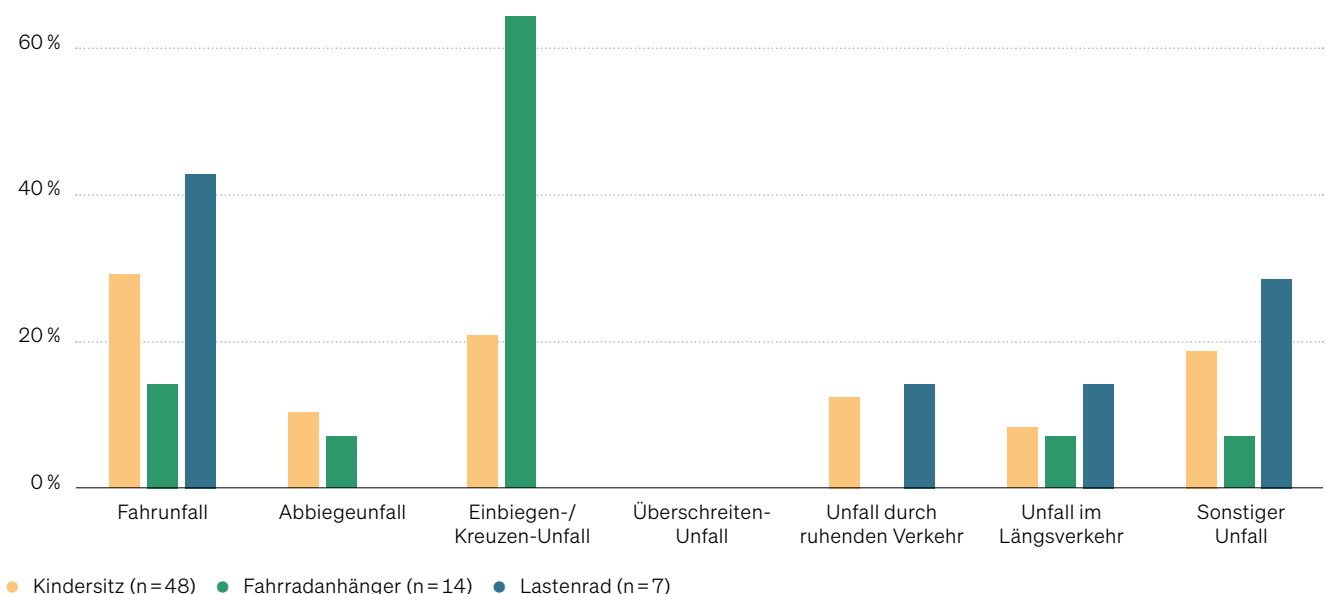
In Abbildung 4 sind neben den Fahrnfällen bei Kindersitz und Lastenfahrrad vor allem die Einbiegen-/Kreuzen-Unfälle bei Fahrradanhängern auffällig. Eine Bewertung der Detailbeschreibungen zeigt hierbei keine starken Muster auf. In einigen Fällen ist jedoch zu beobachten, dass Pkw-Fahrer:innen zunächst kreuzende Radfahrer:innen passieren lassen, anschließend jedoch den Fahrradanhänger übersehen, zu früh wieder anfahren und anschließend mit dem Anhänger kollidieren.

Betrachtet man die Fahrnfälle nach ihrer Art, ergibt sich für Untersuchungs- und Vergleichsgruppe ein nahezu identisches Bild. Demnach sind ca. 85 % der Fahrnfälle Alleinunfälle ohne Fremdbeteiligung und in lediglich ca. 15 % sind mehrere Personen involviert. Dazu passt die Analyse der Unfallursachen der unterschiedlichen Transportmethoden, bei denen eine Auffälligkeit der unangepassten Geschwindigkeit bei den Lastenfahrrädern zu beobachten ist. In Summe kann das für das Lastenfahrrad auf fahrphysikalische Probleme hindeuten.

Um ein detaillierteres Verständnis des Unfallgeschehens beim Befördern von Kindern auf dem Fahrrad zu erlangen, werden im Folgenden die detaillierten Unfallbeschreibungen der 69 Fälle in der Untersuchungsgruppe analysiert. Die

Bei Kindersitz und Lastenfahrrad dominiert der Fahrnfall, beim Anhänger ist es der Einbiegen/Kreuzen-Unfall

Abbildung 4 · Vergleich der Unfalltypen zwischen den Transportmethoden in der Untersuchungsgruppe in den EUSKa-Unfalldaten aus elf Bundesländern des Jahres 2020



gewonnenen Erkenntnisse zu den Unfallszenarien unterstützen dabei das bereits vorher gewonnene Bild der Unfallsituationen in Abhängigkeit der Transportmethode.

- Bei Unfällen mit Kind im Kindersitz sind Stürze ohne Fremdeinwirkung, etwa durch Witterungsbedingungen oder Fahrfehler, mit ca. 35 % der Fälle vorherrschend. Es ist hier naheliegend, dass der erhöhte Schwerpunkt und die damit einhergehende reduzierte Stabilität signifikante Einflussfaktoren sind.
- Bei Unfällen mit Fahrradanhängern sind mit einem Anteil von je 21 % zwei Szenarien verhältnismäßig häufig vertreten. Einerseits treten Abbiege-Unfälle auf, in denen ein:e Pkw-Fahrer:in rechts abbiegt und dabei eine:n zuvor im Längsverkehr in gleicher Richtung fahrende:n Radfahrer:in erfasst. Zum anderen sind die Einbiegen-/Kreuzen-Szenarien, in denen ein Pkw beim Ausfahren aus einer Ausfahrt mit dem Fahrrad oder dem Anhänger kollidiert, vertreten. Hier besteht Grund zur Annahme, dass oft nur das Fahrrad, jedoch nicht der Anhänger wahrgenommen wird und somit der Pkw zu früh anfährt und diesen erfasst.
- Bei Lastenfahrrädern stehen mit einem Anteil von ca. 57 % Stürze ohne vorherige Kollision – und somit der Fahrrunfall – im Vordergrund. Hier geschieht der Sturz häufig während einer Kurvenfahrt. Einen weiteren Schwerpunkt bilden die sogenannten Dooring-Unfälle. Dabei kollidiert ein:e Radfahrer:in mit einer sich öffnenden Pkw-Tür, meist der Fahrertür. Diese machen ca. 28,5 % der Lastenfahrrad-Unfälle aus. Untersuchungen der UDV zeigten bereits, dass es sich bei rund jedem 14. Pkw/Fahrrad-Unfall (7 %) um einen Dooring-Unfall handelt. Rund jeder fünfte dieser Unfälle endete mit einer schweren Verletzung für die Radfahrer:innen. Meist sind es Kopfverletzungen und Verletzungen der Beine [UKO71].

4. Nutzer:innenbefragung und Nutzer:innentests

Um das Mobilitäts- und Verkehrsverhalten von Radfahrer:innen zu erfassen, die regelmäßig Kinder transportieren, wurde eine Kombination aus Online-Befragung und Felduntersuchung umgesetzt. Die Online-Befragung dient zur Erfassung der wahrgenommenen Sicherheit, individueller Präferenzen und persönlicher Motive beim Kindertransport mit dem Rad. Die Felduntersuchung dient zur Erfassung des tatsächlichen Verkehrs- und Sicherungsverhaltens von Erwachsenen beim Kindertransport. Die Felduntersuchung kombiniert Beobachtung mit Interview.

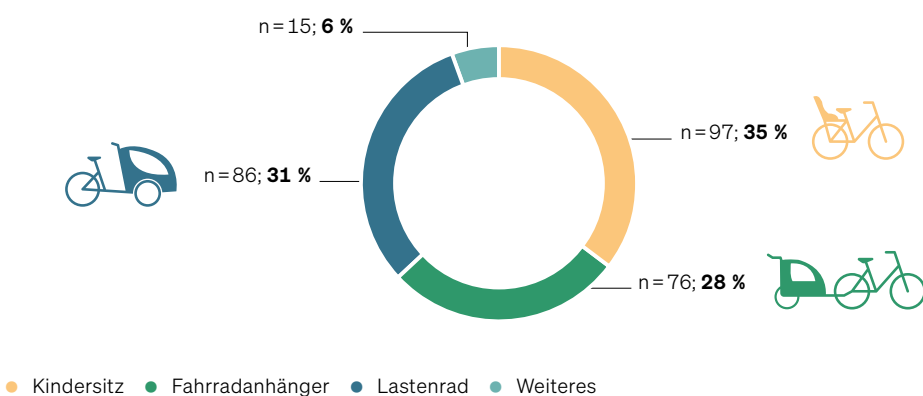
4.1 Online-Befragung

Die Online-Befragung startete am 02.07.2022 und endete am 19.02.2023. Der Rohdatensatz umfasste $n=274$ vollständige Datensätze von Personen, die Kinder mit dem Rad befördern bzw. befördern könnten.

Die Ergebnisse der Befragung bezüglich der hauptsächlich verwendeten Transportart sind in Abbildung 5 dargestellt.

Fahrrad mit Kindersitz am häufigsten genutzt

Abbildung 5 · Vorrangig genutzte Transportart zur Kinderbeförderung



Zusammenfassend zeigten sich bei den Entscheidungskriterien für den Erwerb des Transportmittels keine signifikanten Unterschiede zwischen den Transportarten. In erster Linie begründen Befragte ihre Entscheidung mit der Funktionalität und Qualität sowie mit einfacher Bedienbarkeit, Sicherheit im Straßenverkehr und Komfort für die beförderten Kinder.

Es zeigt sich, dass das Lastenfahrrad im Vergleich zum Fahrradanhänger und zum Fahrrad-Kindersitz eine besonders hohe Nutzungsintensität mit dem Ziel der Kinderbeförderung aufweist: Während 60 % der Nutzer:innen eines Lastenfahrrads mindestens fünfmal pro Woche Kinder befördern, liegt dieser Anteil für den Fahrradanhänger bei etwa 43 % und für den Kindersitz bei knapp unter 40 %. Die häufigsten Nutzungszwecke sind über alle Transportarten hinweg Fahrten für das Bringen bzw. Abholen von und zur Kita bzw. Schule, Ausflüge und Freizeitaktivitäten des Kindes. Auch die Nutzungszwecke unterscheiden sich für die einzelnen Transportarten signifikant: Mit dem Lastenfahrrad wird die Kinderbeförderung verhältnismäßig öfter mit täglichen Erledigungen, zum Einkaufen und für Wege zur eigenen Arbeit kombiniert.

Insgesamt werden über alle Transportarten hinweg Routen bevorzugt, die eine bauliche Trennung zum motorisierten Verkehr aufweisen, separat geführte Radwege beinhalten oder als Fahrradstraße ausgewiesen sind, während Nähe zum motorisierten Verkehr (insbesondere wenn dieser mit hohen Geschwindigkeiten geführt wird) und zu Fußgänger:innen eher gemieden wird.

Nahezu jede zweite befragte Person kann mindestens eine kritische Situation im Zusammenhang mit dem Transport von Kindern auf dem Fahrrad berichten. Die Häufigkeit oder Art der kritischen Situationen zeigen sich in der vorliegenden Befragung nicht signifikant abhängig von Geschlecht oder Wahl der Transportart. Am häufigsten entstehen kritische Situationen im Zusammenhang mit geringem (Seiten-) Abstand zum motorisierten Verkehr, Alleinunfällen (Stürze, Umkippen etc.), kreuzenden Verkehrsteilnehmer:innen (z. B. Missachten von Vorfahrtregeln) sowie Abbiegevorgängen.

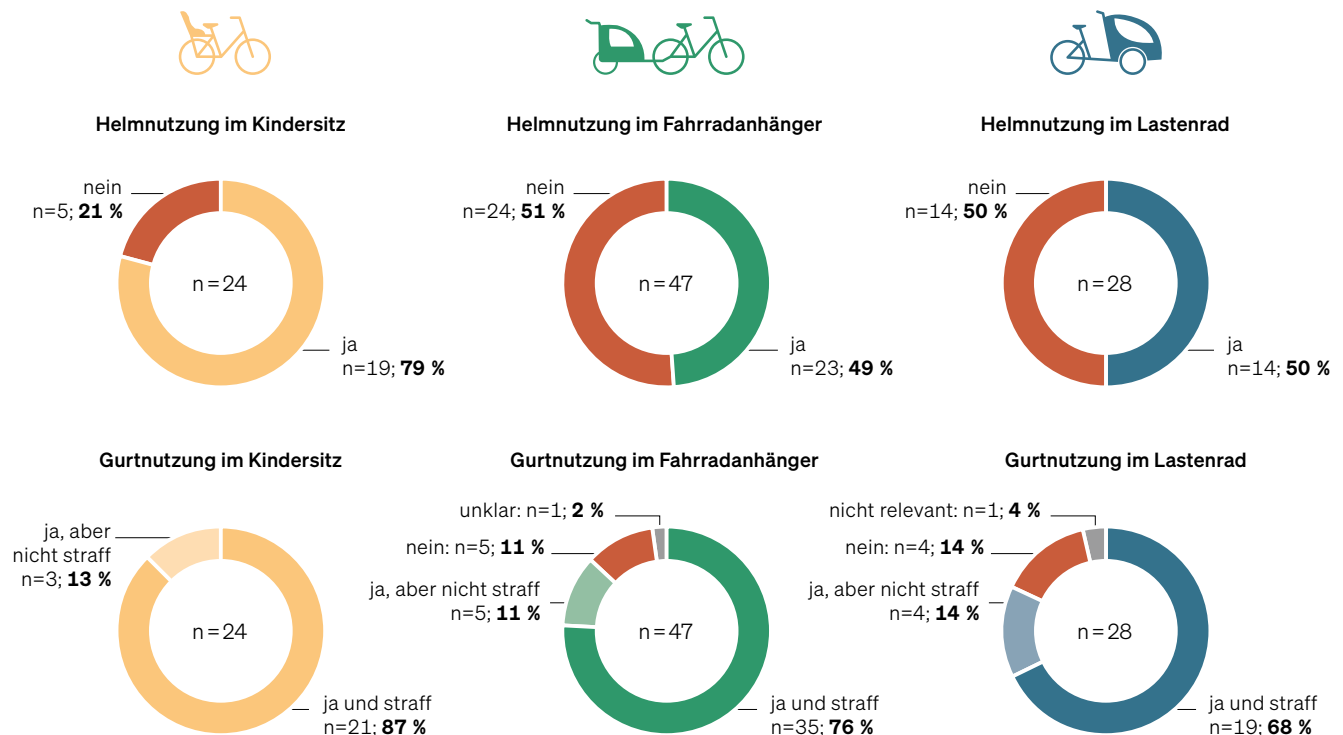
4.2 Felduntersuchung

Um die subjektiven Daten, die mittels Online-Befragung erhoben worden sind, mit dem tatsächlichen Verhalten bei der Kinderbeförderung auf dem Fahrrad zu vergleichen, wird die Befragung um eine Felduntersuchung ergänzt, die sich aus einem Sicherheitscheck (dokumentiert über ein Beobachtungsprotokoll) und einem Interview (mittels halb standardisiertem Leitfaden) zusammensetzt. Die Felduntersuchung findet an unterschiedlichen Standorten im öffentlichen Straßenland statt und wird ausschließlich mit den Erwachsenen durchgeführt, die ihre Kinder befördern.

Die Gesamtstichprobe, bestehend aus $n=101$ Personen, umfasst 54 weibliche (53,5 %) und 47 männliche (46,5 %) Erwachsene, die mit dem Rad ein oder mehrere Kinder befördern.

Helm und Gurt werden vor allem beim Kindersitz genutzt

Abbildung 6 · Helm- und Gurtnutzung bei den beförderten Kindern nach Transportart



Das Tragen eines Kinder-Fahrradhelmes unterscheidet sich zwischen den Transportarten signifikant. Bei der Nutzung des Sicherungsgurtes ist dies nicht der Fall.

Es fällt auf, dass die Helmnutzung beim Kindersitz am höchsten ausgeprägt ist (siehe Abbildung 6). Dennoch trägt selbst hier in etwa jeder fünften der beobachteten Transportsituationen das Kind keinen Helm, was den Ergebnissen in der Online-Befragung entspricht. Im Anhänger und im Lastenfahrrad findet sich in der Hälfte aller Beobachtungssituationen ein Kinderhelm wieder, während korrekt genutzte Gurte in zwei Dritteln (Lastenfahrrad) bzw. drei Vierteln (Anhänger) aller Fälle beobachtet werden konnten. Etwas weniger als die Hälfte der Erwachsenen trägt selbst einen Helm (n=47 bzw. 46,5 %), während sich das Helmtragen der Erwachsenen als nicht signifikant abhängig vom gewählten Transportmittel zeigt.

Im Zusammenhang mit dem Sicherheitscheck liegen die meisten Kodierungen für den Fahrradanhänger vor (defekte oder fehlende Rücklichter, gesprungene Reflektoren, ein verbogener Rahmen, abgerissene Sicherheitsleine). Knapp jede fünfte Beobachtung ist bei dieser Transportart mit einer Kritik verbunden. Bei Nutzung eines Kindersitzes wird vom Kipprisiko des Fahrrads berichtet.

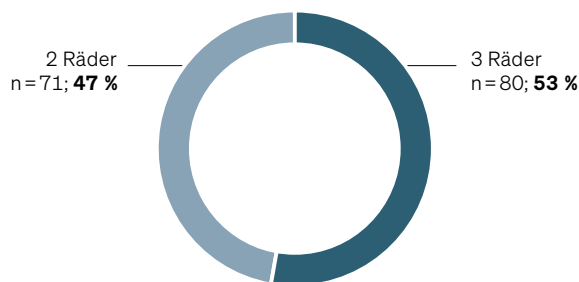
5. Felderhebung Berlin

Um das allgemeine Nutzungsverhalten beim Kindertransport auf dem Fahrrad über den Rahmen von Online-Befragung und Feldbefragung hinaus beurteilen zu können, wurde in Berlin im Jahr 2023 eine statistische Erhebung durchgeführt. Hierbei standen die Nutzungshäufigkeiten der Transportarten sowie das Sicherungsverhalten im Fokus [FOB24].

Mit einem Anteil von 53 % ist der Kindersitz gemäß der Beobachtung das am häufigsten genutzte Transportmittel. Mit einem Anteil von 37 % wurde das Lastenfahrrad ebenfalls deutlich häufiger beobachtet als der Anhänger, der lediglich 10 % der beobachteten Kindertransportfälle ausmacht.

Standstabilere Trikes werden häufiger zum Kindertransport genutzt

Abbildung 7 · Verhältnis einspuriger zu zweispurigen Lastenfahrrädern



Ca. 53 % der beobachteten Lastenfahrräder sind zweispurig (siehe Abbildung 7). Das bestätigt die in vorherigen Abschnitten bereits beschriebenen Beobachtungen, dass insbesondere zum Transport von Kindern die standstabileren Trikes die etwas beliebtere Transportvariante darstellen. Weitere Details wie z. B. die Helmnutzungsquote und die Antriebsart können dem Forschungsbericht entnommen werden [FOB24].

6. Untersuchungen zur aktiven und passiven Sicherheit

Zur Untersuchung der aktiven Sicherheit wurden zwei parallele, sich ergänzende Ansätze verfolgt:

- Aufbau eines Messfahrrades zur Erfassung aller fahrdynamischen Größen bei den hier untersuchten Fahrradtypen
- Erarbeitung einer Fahrdynamiksimulation, welche das Verhalten aller untersuchten Transportkonzepte abbilden kann

Für eine detaillierte Untersuchung der passiven Sicherheit, also des Schutzes im Falle eines Unfalls, wurden zunächst ausgewählte Crashversuche durchgeführt. Basierend auf diesen Versuchen konnten anschließend für alle Transportkonzepte detaillierte FEM-Simulationsmodelle erstellt werden.

6.1 Untersuchungen zur Fahrdynamik

Zur Erfassung realer fahrdynamischer Daten werden ein Messfahrrad mit der Möglichkeit der Anbringung eines Anhängers und eines Kindersitzes sowie ein Messlastenfahrrad aufgebaut. Das Messfahrrad hatte folgende Komponenten:

- Kraftsensoren zur Bremskraftmessung
- Potentiometer zur Erfassung des Lenkwinkels
- Hall-Sensor zur Geschwindigkeitsmessung
- Raspberry Pi zur Datenerfassung und Erfassung der dreiachsigen Orientierungs- und Winkelbeschleunigung

6.1.1 Untersuchte Fahrmanöver

Die folgenden Fahrmanöver wurden mit Proband:innen und allen drei Transportmitteln durchgeführt:

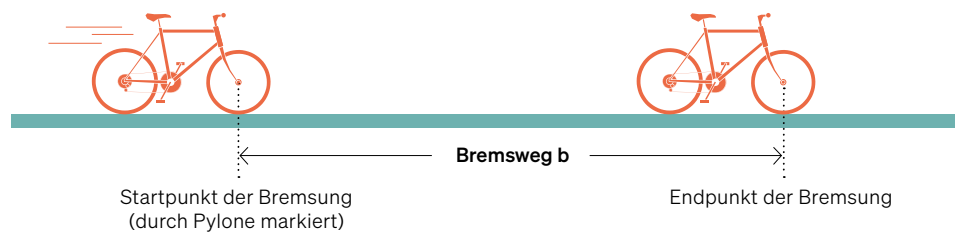
Gefahrenbremsung: Mit den vorhandenen Transportmitteln werden Gefahrenbremsungen auf ebenem Untergrund bei einer Ausgangsgeschwindigkeit von 20 km/h durchgeführt. Hierbei werden die Bremsverzögerung, respektive der Bremsweg, und die seitliche Stabilität des Fahrrads bewertet (siehe Abbildung 8).

Slalom-Fahrt: Dieses Fahrmanöver liefert Informationen über das dynamische Kurvenverhalten und die Beherrschbarkeit häufiger Richtungswechsel. Die Slalom-Fahrt ist schematisch in Abbildung 9 dargestellt.

Kreisfahrt mit ansteigender Geschwindigkeit: Hier fährt die Versuchsperson mit einer niedrigen Fahrgeschwindigkeit und erhöht diese kontinuierlich, bis ein stabiles Einhalten der vorgegebenen Kreisbahn nicht mehr möglich ist (siehe Abbildung 10).

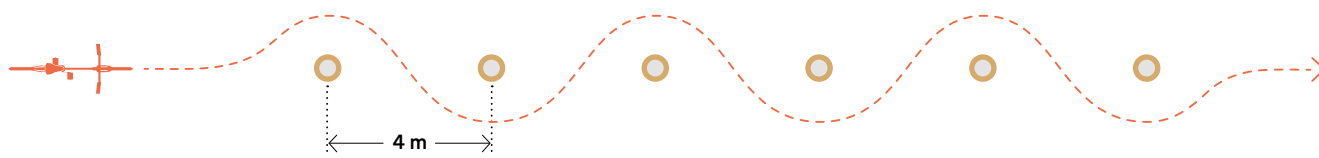
Manöver 1: Gefahrenbremsung

Abbildung 8 · Schematische Darstellung der Gefahrenbremsung



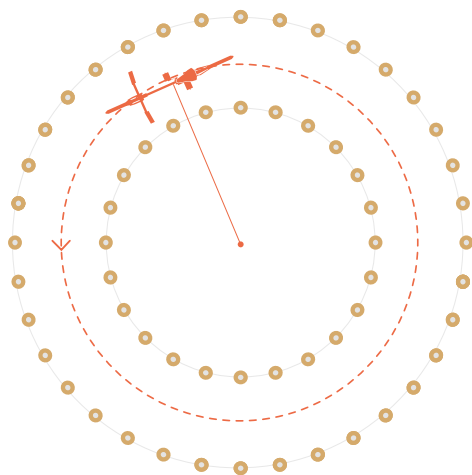
Manöver 2: Slalom-Fahrt

Abbildung 9 · Schematische Darstellung der Slalom-Fahrt



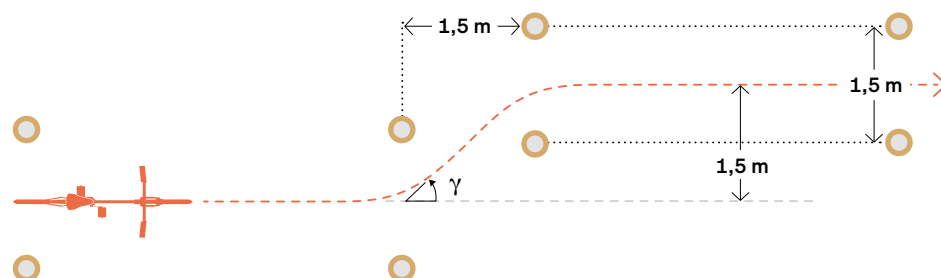
Manöver 3: Kreisfahrt mit ansteigender Geschwindigkeit

Abbildung 10 · Schematische Darstellung der Kreisfahrt



Manöver 4: Ausweichmanöver

Abbildung 11 · Schematische Darstellung des Ausweichmanövers



Ausweichmanöver: Die fahrende Person befindet sich in der stationären Geradeausfahrt mit einer Geschwindigkeit von 20 km/h. An einer festgelegten Stelle wird durch Pylonen ein auszuführendes Ausweichmanöver, vergleichbar mit dem Verhalten in einer Dooring-Situation, vorgegeben (siehe Abbildung 11). Dieses Ausweichmanöver gleicht in der Form einem schnellen Spurwechsel. Ziel dieser Versuche ist es, die Stabilität des Systems beim Ausweichen zu beurteilen.

6.1.2 Zusammenfassung der Fahrversuche

Der Kindersitz ist das agilste der drei getesteten Systeme und ähnelt in der Fahrweise am ehesten dem Fahren ohne Kindertransport. Basierend auf den Ergebnissen der fahrdynamischen Realversuche ist der Transport eines 22 kg schweren Kindes mit einem Fahrrad-Kindersitz zwar zulässig, jedoch nicht zu empfehlen. Die auftretende Instabilität, besonders bei Richtungswechseln und nach dem Anhalten, birgt ein hohes Risiko für Stürze oder das Umkippen des Fahrrads. Das Aufrechterhalten des Systems nach Beginn des Umkippens erweist sich bei den Proband:innen als kaum möglich.

Der Fahrradanhänger wird von Proband:innen als vertrauensserweckend und angenehm empfunden. In engen Kurven oder Situationen, die abrupte Ausweichmanöver erfordern, kann der Anhänger aufgrund seines Kurvenverhaltens zu Kollisionen mit Objekten führen, denen die Fahrradfahrer:innen nur ohne den Anhänger ausweichen können. Bei Gefahrenbremsungen birgt das Querstellen des Anhängers zudem das Risiko des Eintritts in den Gegenverkehr oder auf benachbarte Fahrspuren, was schwerwiegende Unfälle zur Folge haben kann.

Das dreirädrige Lastenfahrrad erweist sich bei Bremsmanövern als das stabilste der drei getesteten Transportmittel. Es werden zudem ähnlich kurze Bremswege erreicht wie mit dem herkömmlichen Fahrrad ohne Kindertransport. In engen Kurven und bei abrupten Richtungswechseln hingegen gerät das Lastenfahrrad durch Kippen an seine fahrdynamischen Grenzen.

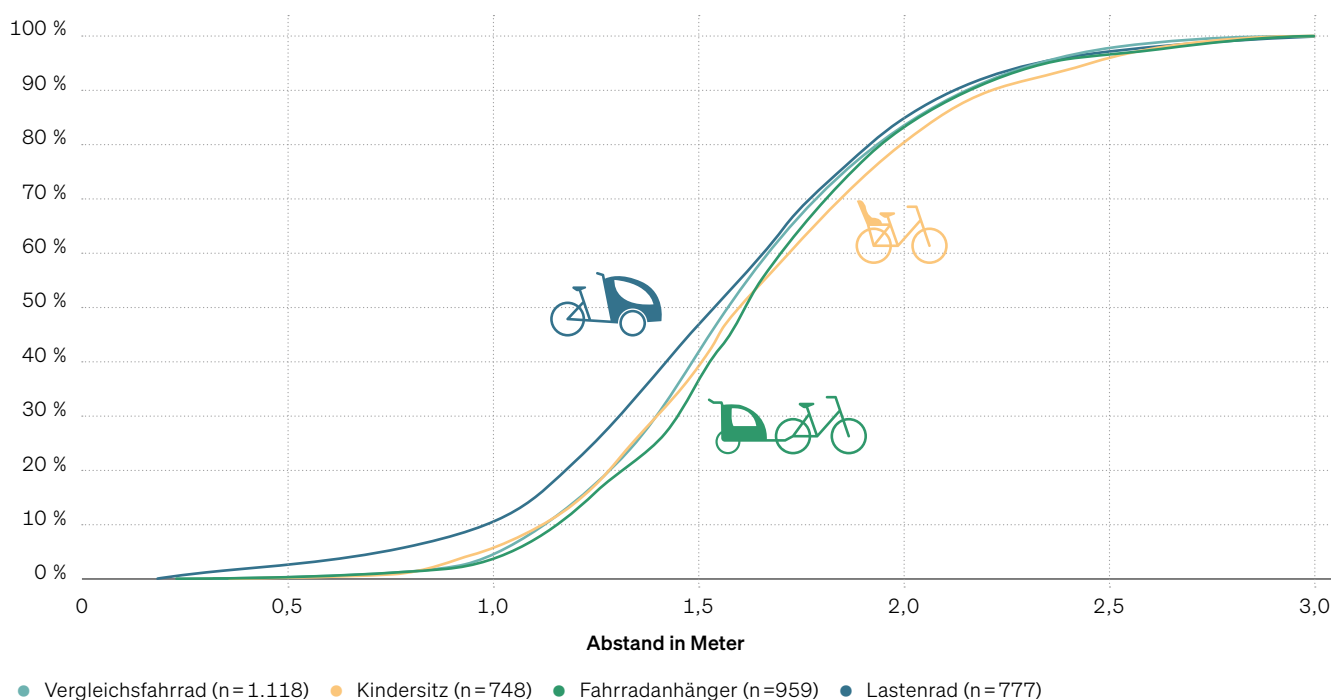
6.1.3 Untersuchung zum Überholabstand

Im Rahmen der Studie wurde ein Feldversuch durchgeführt, in dem die Überholabstände zwischen Fahrrad und Fahrzeug vermessen wurden. Diese Untersuchungen wurden für alle Kindertransportarten durchgeführt. Die Messstrecke verlief im innerstädtischen Bereich in Berlin. Die Route hatte eine Länge von 10,5 km mit 31 Straßen, die zwischen 6 m und 15 m breit waren. Von den 31 Straßen waren 20 Haupt- und elf Nebenstraßen.

Es zeigt sich, dass mit rund 40 % ein erheblicher Teil der Überholvorgänge unter dem gesetzlich geforderten Mindestabstand von 1,50 m liegt (siehe Abbildung 12).

In 40 % aller Überholvorgänge wurde das Fahrrad mit einem Abstand von weniger als 1,50 m überholt

Abbildung 12 · Überholabstände in Abhängigkeit des Fahrradtyps



6.2 Untersuchungen zur passiven Sicherheit

Aus den gewonnenen Erkenntnissen zum Unfallgeschehen lassen sich relevante Unfallszenarien für die verschiedenen Transportmethoden ableiten. Diese wurden anhand von Crashversuchen (siehe Tabelle 1) und FEM-Simulationen (siehe Abbildung 14) nachgebildet:

Unfallszenarien

Tabelle 1 · Anhand von Crashversuchen nachgebildete Unfallszenarien

Kindersitz	<ul style="list-style-type: none"> • Umkippen aus dem Stand mit Kindersitz und Kind • Kollision eines Radfahrenden (10 km/h) mit der unvorhergesehen geöffneten Fahrertür eines Pkw (Dooring) • Linksabbiegender Pkw (12 km/h) kollidiert mit einem geradeaus fahrenden Fahrrad mit Kindersitz (8 km/h)
Fahrradanhänger	<ul style="list-style-type: none"> • Kollision eines Radfahrenden (10 km/h) mit der unvorhergesehen geöffneten Fahrertür eines Pkw (Dooring) • Pkw fährt auf das stillstehende Gespann auf • Linksabbiegender Pkw (10 km/h) kollidiert mit geradeaus fahrendem Fahrrad (7 km/h) mit Anhänger und stößt gegen den Anhänger
Lastenfahrrad	<ul style="list-style-type: none"> • Kollision eines Radfahrenden (10 km/h) mit der unvorhergesehen geöffneten Fahrertür eines Pkw (Dooring) • Linksabbiegender Pkw (7 km/h) kollidiert mit geradeaus fahrendem Lastenfahrrad (7 km/h) und stößt gegen die Transportbox

6.2.1 Crashversuche

Für die Crashversuche wird auf dem Fahrrad bzw. Lastenfahrrad jeweils ein nicht-instrumentalisierter Dummy als Repräsentation eines durchschnittlichen Mannes hinsichtlich Größe und Gewicht verwendet. Zusätzlich wird ein vollinstrumentalisierter Q6-Dummy [HUM93], repräsentativ für ein sechsjähriges Kind, im jeweiligen Transportmittel platziert und mit den vorhandenen Sicherheitsgurten gesichert (exemplarisch im Lastenfahrrad siehe Abbildung 14). Gemessen und bewertet werden die auftretenden Belastungen in Anlehnung an die Grenzwerte der European New Car Assessment Programme (Euro NCAP) [EUR23] und der Regelung Nr. 129 der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UNECE) [WIR14].

Das sind die Beschleunigungen an Kopf, Brust und Becken, Krafteinwirkung und Biegemoment am Hals sowie das Head Injury Criterion (HIC).

6.2.2 Zusammenfassung der Erkenntnisse

Ein Unfall mit dem Fahrrad-Kindersitz hat in den meisten Fällen auch das Umkippen des Fahrrads und damit einen Sturz aus rund 1,5 m Fallhöhe zur Folge. Besonders beim Umkippen aus einer beinahe senkrechten Ausgangslage birgt dies ein erhöhtes Verletzungsrisiko. Das Kind ist hierbei durch die Fixierung im Sitz mit Rückhaltegurten unweigerlich dem Umkippen und dem Aufprallen des Sitzes auf der Fahrbahn ausgesetzt. Ein Schutz vor Kontakt mit der Fahrbahn oder Kollisionsgegner:innen ist durch den Kindersitz kaum gegeben. Der seitliche Schutz in Kopfhöhe verhindert in der Regel nicht den direkten Kontakt mit der Fahrbahn.

Beim Fahrradanhänger wird im Rahmen der Crashversuche ein guter Rundumschutz beobachtet. Der steife Außenrahmen bildet eine integrale Fahrgastzelle und schützt die Insass:innen vor Kontakt mit der Fahrbahn. Bei zwei Insass:innen ist hierbei jedoch eine Interaktion zwischen diesen möglich.

Die starre Holzkiste des Lastenfahrrads bietet den Insass:innen im Rahmen der hier getesteten Szenarien ebenfalls guten Schutz. Auch hier ist eine Interaktion zwischen Insass:innen möglich. Augenscheinlich ist das hier getestete Modell nicht optimal für den Kindertransport ausgelegt. Ein Schutz der Insass:innen auf Kopfhöhe ist zudem nicht gegeben. Dies resultiert auch darin, dass die erwachsene Person bei einem Unfall in die Transportkiste bzw. gegen die in Fahrtrichtung sitzenden Kinder geschleudert werden kann. Der Rebound nach einer Kollision kann zudem dazu führen, dass in Fahrtrichtung sitzende Kinder mit dem Hinterkopf gegen den Lenker bzw. die Hand der fahrenden Person schlagen.

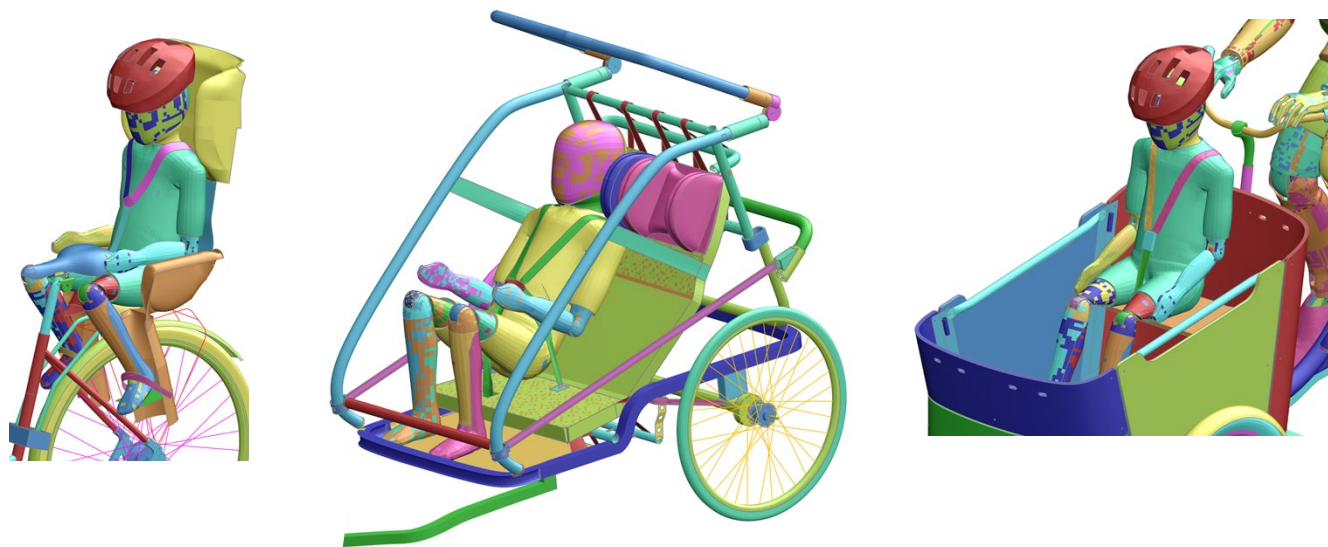
6.2.3 Computersimulation

Ergänzend zu den Crashtests wurden anhand von Simulationen einzelne Unfallszenarien abgebildet und deren Ergebnisse hinsichtlich der Belastungskennwerte eingeschätzt. Zur Ermittlung repräsentativer Werte wurden drei verschiedene



Abbildung 13 · Lastenfahrrad mit Crashtest-Dummys

Abbildung 14 · FEM-Simulationsmodelle der drei Transportarten



Modelle nach der Finite-Element-Methode (FEM) aufgebaut und mit dem LS-DYNA Solver für ausgewählte Crashszenarien berechnet (siehe Abbildung 14 und Tabelle 2). Dabei bildete das Szenario „starre Wand“ eine Kollision mit einem Objekt der Infrastruktur oder einer Fahrzeugfront ab.

Simulierte Unfallszenarien

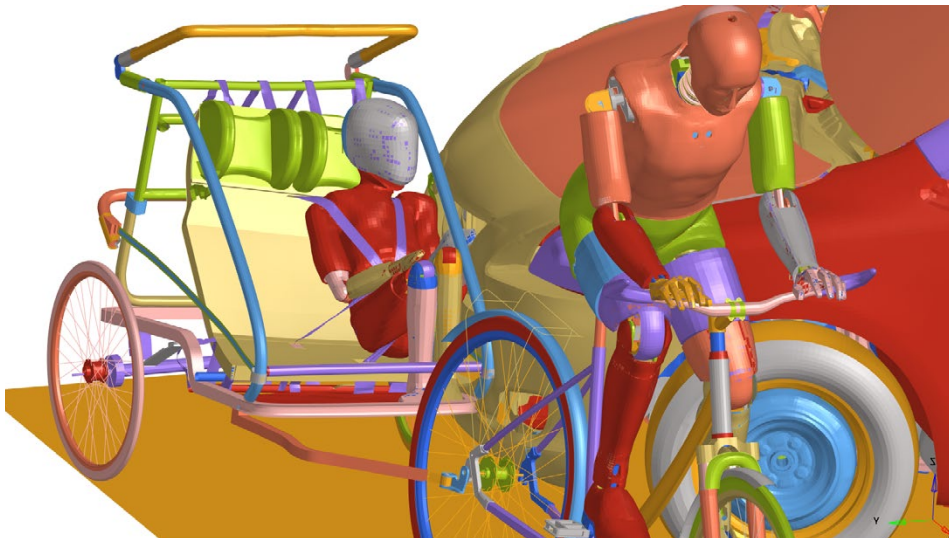
Tabelle 2 · Anhand der FEM-Simulation nachgestellte Unfallszenarien

Szenario	V _{Pkw}	V _{Rad}	Transportart
Dooring mit Türöffnungswinkel 60°	0 km/h	25 km/h	Alle
Linksabbiegen mit Kollisionswinkel 70°	30 km/h	25 km/h	Alle
Starre Wand mit Kollisionswinkel 5°	–	25 km/h	Alle
Umkippen mit Helm	–	–	Kindersitz
Umkippen ohne Helm	–	–	Kindersitz

Durch die virtuelle Nachbildung der im Voraus durchgeführten realen Crashversuche ist es möglich, die Kinematik der Dummies und Fahrräder in der Simulation mit der im Realversuch zu vergleichen und somit ein valides Simulationsmodell zu erstellen.

Die Simulationsergebnisse zeigen beim Fahrradanhänger, dass der Kinder-Dummy durch den Aluminiumrahmen bei einem Frontalaufprall gut geschützt ist. Im Seitenaufprall, bei einem Abbiegeunfall (V_{Pkw}=30km/h), treten hohe Belastungen am Dummy auf. Diese sind durch die niedrige Sitzhöhe des Q6-Dummys im Anhänger und somit auf Stoßhöhe des Fahrzeuges zu begründen (siehe Abbildung 15).

Abbildung 15 · Abbiegekonstellation Pkw/Fahrradanhänger: Sitzhöhe des Q6-Dummys im Anhänger auf Stoßhöhe des Fahrzeuges



Ein gegenteiliges Bild zeigt die Kinematik des Kindersitzes. In diesem sitzt der Kinder-Dummy weiter oben und ist bei einem Abbiegeunfall nicht direkt auf Stoßhöhe. Der Q6 gleitet über die Motorhaube des Fahrzeuges und erfährt keine grenzüberschreitenden Lasteinleitungen. Genau diese erhöhte Sitzposition stellt in anderen Konfigurationen wiederum einen Nachteil dar. Das Umkippen als Unfallfolge ergab in den Realversuchen sehr hohe Kopfbelastungen. Beim Aufprall auf die starre Wand zeigen sich Kopfbelastungen nur wenig unter dem angegebenen Grenzwert. Diese sind auf den Kontakt des Q6-Kopfes mit dem Rücken des Erwachsenen-Dummys zurückzuführen.

Beim Lastenfahrrad stellt sich die Situation schlechter dar. Hier zeigen sich für die Hals- und Brustbelastungen im Szenario mit der starren Wand hohe Werte. Diese werden dadurch indiziert, dass der fahrende Erwachsenen-Dummy aufgrund seiner Trägheit eine starke Vorverlagerung in die Holzkiste des Q6 erfährt und sich am Kopf von diesem abstützt. Auch die niedrige Gurtanbindung der Schultergurte und die weit nach vorn verlagerte Anbindung des Beckengurtes stellen bei diesem Lastenfahrradmodell einen Nachteil dar, da der Dummy im Linksabbieger-Szenario durch den Beckengurt hindurchrutscht und in den Frontalaufprall-Szenarien eine starke Vorverlagerung des Q6-Dummys zu erkennen ist.

7. Empfehlungen

Für alle Transportkonzepte gilt, dass sie sich vom klassischen Fahrrad in vielen, zum Teil sehr grundsätzlichen Dingen unterscheiden. Entsprechend ist es unbedingt ratsam, dass sich Nutzer:innen, in der Regel Eltern, ausgiebig mit der Frage befassen, welche Transportart für ihren Anwendungsfall geeignet ist. Ist eine grundsätzliche Entscheidung gefallen, sollte die gewählte Transportart vor dem Kauf getestet werden. Wie die Ergebnisse dieser Studie zeigen, hat jedes Konzept seine spezifische Eigenart, die eine gewisse Gewöhnung erfordern. Ein neues Fahrrad sollte daher zunächst immer ausgiebig erprobt werden. Insbesondere kritische Situationen wie plötzliches Ausweichen oder starkes Bremsen sollten geübt werden. Nutzer:innen sollten sich weiterhin mit den spezifischen Möglichkeiten zur Sicherung des Kindes im Fahrrad vertraut machen und diese auch unbedingt bei jeder Fahrt nutzen. Dazu gehört auch die Nutzung des Helms.

Hersteller von Fahrrädern, Kindersitzen und Fahrradanhängern sollten insbesondere sicherstellen, dass ihr Produkt sicher ist und den Kindern einen größtmöglichen Schutz bietet. Dazu gehört, dass geeignete Plätze für Kinder vorhanden sind, an denen sie so gesichert werden können, dass sie im Fall eines Unfalls im Fahrrad bzw. im Anhänger bleiben und nach Möglichkeit vor einem Kontakt mit Kollisionspartner:innen oder einem Objekt geschützt sind. Gleichzeitig sollten den Eltern beim Kauf umfassende und leicht verständliche Informationen zur Nutzung der gewählten Transportart ausgehändigt werden. Diese sollten einfach und verständlich beschreiben, für welche Größen, Gewichte und welche Altersgruppen das System geeignet ist. Auch hier sollte auf die Notwendigkeit zur Nutzung von Gurten und Helmen hingewiesen werden.

Um zukünftig Sicherheitsbewertungen mit fundierten Unfallzahlen abzusichern, ist es unbedingt notwendig die verschiedenen Transportformen durch die Polizei in der Verkehrsunfallanzeige zu erfassen.

7.1 Fahrrad-Kindersitze

Kindersitze am Fahrrad sorgen dafür, dass sich der Schwerpunkt des Gesamtsystems deutlich nach oben verlagert. Dieser Effekt steigt mit zunehmendem Gewicht des Kindes. Das führt insbesondere bei langsamer Fahrt zu einem deutlichen Stabilitätsverlust. Das sollte durch eine entsprechend defensive Fahrweise berücksichtigt werden. Beim Anfahren und Anhalten verstärkt sich dieser Effekt, so dass hier eine besonders hohe Sturzgefahr besteht. Besondere Vorsicht ist daher auch beim Einsetzen und Herausnehmen des Kindes aus dem Kindersitz geboten. Hier muss unbedingt auf einen sicheren Stand des Fahrrads geachtet werden. Die am Fahrrad üblicherweise verbauten Ständer sind dafür in der Regel nicht geeignet und sollten durch geeignete „Zwei Bein“-Ständer ersetzt werden.

Die Untersuchungen zur Fahrdynamik haben weiterhin gezeigt, dass der Transport von Kindern am oberen Gewichtslimit, in der Regel 22 kg, kaum sicher beherrschbar ist. Der Kindersitz entfaltet im Bezug zum Fahrrad eine derart große Dynamik, die dazu führt, dass das Rad bereits in weniger kritischen Fahrsituationen kaum noch zu kontrollieren ist. Eine Anpassung der oberen Gewichtsgrenze durch die Gesetzgebung sollte hier unbedingt geprüft werden.

Generell wird empfohlen, Zulassungstests für Kindersitze, die grundsätzliche Anforderungen zum Schutz des Kindes abprüfen, einzuführen. Neben Anforderungen an das Gurtsystem könnten auch Belastungsgrenzen mittels geeigneter Dummies in Sturzversuchen überprüft werden. Die in diesem Projekt durchgeführten Crashtests und -simulationen haben gezeigt, dass insbesondere der Kopfbereich stark gefährdet ist. Eine Optimierung des seitlichen Schutzes wäre daher wünschenswert, für einige Kindersitzmodelle, die seitlich nahezu keinen Schutz bieten, sogar dringend erforderlich.

7.2 Fahrradanhänger

Es hat sich gezeigt, dass der flache Anhänger in einigen Situationen für Autofahrer:innen nicht bzw. nicht gut sichtbar ist.

Anstelle einfacher batteriebetriebener Lichter wäre daher ein System mit eigener Stromversorgung über einen Nabendynamo gut vorstellbar. Anforderungen an die Robustheit sollten auch für die Fahne gelten. Auch hier hat sich sehr häufig gezeigt, dass die am Anhänger nicht vorhanden war, da sie bereits verloren wurde oder abgebrochen ist. Eine Lösung könnten fest verbaute teleskopierbare Fahnen sein.

Zudem zeigt die Studie, dass sich der Anhänger bei Vollbremsungen als kritisch herausstellt. Bewegt sich dabei das ziehende Fahrrad nicht exakt gerade, schiebt der Anhänger von hinten das Fahrrad weiter und hebt das Hinterrad aus. Im ungünstigsten Fall verliert der oder die Fahrer:in das Gleichgewicht und es kommt zum Sturz. Daher wird hier eine eigene Bremse am Anhänger dringend empfohlen, die beispielsweise über einen Auflaufmechanismus funktioniert.

7.3 Lastenfahrräder

Aus Sicht der Nutzer:innen bringt das Lastenfahrrad die größte Veränderung im Vergleich zum gewöhnlichen Fahrrad mit sich. Hier sind die Gewöhnung und das Ausprobieren, auch im Grenzbereich – vor allem bei Kurvenfahrt –, in besonderem Maß notwendig. Neben der richtigen Sicherung der Kinder muss auch auf eine gute Ladungssicherung geachtet werden.

Während Lastenfahrräder formal als Fahrräder gelten, können diese mittlerweile mehrere hundert Kilogramm wiegen und beträchtliche Ausmaße annehmen. Hier ist unbedingt zu klären, unter welchen Umständen für Lastenfahrräder die gleichen Maßstäbe wie für Fahrräder anzulegen sind oder ob es dafür besondere Regelungen geben sollte. Für Lastenfahrräder, die zum Kindertransport gedacht sind, gelten diese Aussagen gleichermaßen.

Klare Festlegungen der Anforderungen an ein Lastenfahrrad zum Kindertransport hinsichtlich der technischen Systeme und auch der Sicherung der Kinder und der zu entfaltenden Schutzwirkung im Crashfall müssen durch den Gesetzgeber definiert werden. Diese Anforderungen sollten dann auch in entsprechenden Zulassungstests abgeprüft werden.

Hersteller von Lastenfahrrädern müssen der Sicherheit von Kindern in besonderem Maß Rechnung tragen. Sicher ausgestaltete Sitze, die im Fall eines Unfalls eine gute Schutzwirkung entfalten, sind geboten. Dazu zählen auch ein robustes

Gurtsystem, gepolsterte Gestänge und Kanten in Bereichen, gegen die der Kopf des Kindes stoßen kann, und auch eine Art Überrollbügel, der Kinder schützt, wenn der Raddfahrende selbst über den Fahrradlenker nach vorn stürzt oder der Oberkörper des Kindes droht die Box zu verlassen.

Anstrengungen müssen gleichermaßen in der Verbesserung des Fahrverhaltens unternommen werden. Lastenfahrräder müssen vor allem bei Kurvenfahrt stabiler werden und dürfen nicht kippen. Hier sollten die Anforderungen der DIN 79010 deutlich verschärft werden.

Literaturverzeichnis

- [BUN21]** Bundesanstalt für Straßenwesen: Kinderbeförderung auf Lastenfahrrädern, 1. Auflage, Bergisch Gladbach, Rostock, Druckerei des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie, 2021
- [EUR23]** EUROPEAN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME (Euro NCAP): ASSESSMENT PROTOCOL – CHILD OCCUPANT PROTECTION, 2023
- [FOB24]** Verkehrssicherheit von Kindertransport auf dem Fahrrad, Forschungsbericht im Auftrag der Unfallforschung der Versicherer, GKB UG, Berlin, 2024
- [HUM93]** Humanetics: Q-Series Q6 ATD 033-0001-B, <https://www.humaneticsgroup.com/products/anthropomorphic-test-devices/child/q-series/q6-6-year-old-child>
- [NORMDIN 79010:2020-02]** Norm NORM DIN 79010:2020-02: Fahrräder – Transport- und Lastenfahrrad – Anforderungen und Prüfverfahren für ein- und mehrspurige Fahrräder, Februar 2020
- [NORMDIN EN 14344:2022-08]** Norm NORM DIN EN 14344:2022-08: Artikel für Säuglinge und Kleinkinder – Kindersitze für Fahrräder – Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfverfahren, August 2022
- [NORMDIN EN 15918:2017-05]** Norm NORM DIN EN 15918:2017-05: Fahrräder – Fahrradanhänger – Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfverfahren, Mai 2017
- [RAD20]** RadMarkt: ECF und Corona: Daten bestätigen massives Radverkehrs-Wachstum, <https://radmarkt.de/ecf-corona-daten-bestaetigen-massives-radverkehr-wachstum>
- [STV12]** Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen: Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung, 2012
- [STV13]** Bundesverkehrsministerium: Straßenverkehrsordnung 2013
- [STA19]** Statistisches Bundesamt (Destatis): Verkehrsunfälle, 2019
- [STA20]** Statistisches Bundesamt (Destatis): Verkehrsunfälle, 2020
- [STA21]** Statistisches Bundesamt (Destatis): Verkehrsunfälle, 2021
- [UKO 71]** Pkw Heck- und Seitenkollisionen mit Fußgängern und Radfahrern, Unfallforschung kompakt Nr. 71, Unfallforschung der Versicherer, Berlin, 2017.
- [WIR14]** Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UNECE): Regelung Nr. 129 der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UNECE) – Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung von verbesserten Kinderrückhaltesystemen zur Verwendung in Kraftfahrzeugen (L 97), S. 21–128



GDV

**Unfallforschung
der Versicherer**

Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.
Wilhelmstraße 43 / 43 G, 10117 Berlin
Postfach 08 02 64, 10002 Berlin
Tel. 030 2020-5000, Fax 030 2020-6000
www.gdv.de, berlin@gdv.de