Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.

Forschungsbericht Nr. 77

Ganzheitliche Verkehrserziehung für Kinder und Jugendliche
Teil 1: Entwicklung verkehrsrelevanter Kompetenzen im Alter von 0 bis 14 Jahren
Band 1: Übersicht Kompetenzentwicklung

Sophie Kröling
Bernhard Schlag
Susann Richter
Tina Gehlert

Unfallforschung der Versicherer
GDV

Im Auftrag der Unfallforschung der Versicherer (UDV)

Forschungsbericht Nr. 77

Ganzheitliche Verkehrserziehung für Kinder und Jugendliche
Teil 1: Entwicklung verkehrsrelevanter Kompetenzen im Alter von 0 bis 14 Jahren
Band 1: Übersicht Kompetenzentwicklung

Bearbeitet durch:

Institut für Verkehrspsychologie (IVP) Aachen
Prof. Dr. Bernhard Schlag
Dr. Susann Richter

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Projektleitung bei der UDV:
Sophie Kröling, M.Sc.
Dr. rer. nat. Tina Gehlert

2., überarbeitete und erweiterte Auflage

Unfallforschung der Versicherer
GDV

Impressum

Herausgeber
Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.
Unfallforschung der Versicherer

Wilhelmstraße 43 / 43 G, 10117 Berlin
Postfach 08 02 64, 10002 Berlin
Tel. 030 / 20 20 – 50 00, Fax 030 / 20 20 – 60 00

E-Mail: unfallforschung@gdv.de
Internet: www.udv.de
Facebook: www.facebook.com/unfallforschung
Twitter: @unfallforschung
YouTube: www.youtube.com/unfallforschung

Redaktion
Sophie Kröling, M.Sc.
Dr. rer. nat. Tina Gehlert

Bildnachweise
UDV und siehe Quellenangaben

Erschienen
10/2021
2., überarbeitete und erweiterte Auflage

ISBN-Nr.
978-3-948917-08-1

Inhalt

Kurzfassung 4
Abstract....5
1 Einleitung 6
2 Sehen....13
2.1 Sehschärfe, Akkommodation, Kontrastempfindlichkeit 14
2.2 Periphere Wahrnehmung....15
2.3 Bewegungswahrnehmung 17
2.4 Helligkeits-, Farbwahrnehmung und Adaptation 18
2.5 Objekterkennung und -differenzierung, Objekt- und Größenkonstanz....19
2.6 Tiefenwahrnehmung und räumliches Sehen....20
2.7 Visuelle Suche 21
2.8 Schätzen von Entfernungen....22
2.9 Schätzen von Geschwindigkeiten 24
2.10 Wahrnehmung und Einschätzung der Time to Contact / Arrival (TTC/TTA) 25
2.11 Fazit und Ausblick....27
3 Hören 32
3.1 Physische Hörfähigkeit (Tonhöhen und Lautstärkeunterschiede)....32
3.2 Geräusche differenzieren und Objekten zuordnen 33
3.3 Richtungshören und Ortung, Akustische Bewegungswahrnehmung (akustische TTC)....34
3.4 Fazit und Ausblick....36
4 Aufmerksamkeit 39
4.1 Daueraufmerksamkeit (Vigilanz)....39
4.2 Aufmerksamkeitszuwendung, Wahrnehmungsreaktion (Alertness), Ablenkbarkeit 41
4.3 Selektive visuelle Aufmerksamkeit....43
4.4 Selektive auditive Aufmerksamkeit 44
4.5 Fazit und Ausblick....45
5 Motorische Entwicklung....49
5.1 Körpermotorik und Handlungsunterbrechung 49
5.2 Körpergröße, Augenhöhe und Körperschwerpunkt....51
5.3 Motorikkontrolle, Bewegungsdrang, motorische Unruhe, Grob- und Feinmotorik 52
5.4 Entwicklung des Gleichgewichts....54
5.5 Körperkraft, Schnelligkeit und Geschicklichkeit 55

5.6 Gehgeschwindigkeit 56
5.7 Fazit und Ausblick 57
6 Kognitive Funktionen 61
6.1 Konzepterwerb und Dezentrierung 61
6.2 Arbeitsgedächtnis und Verständnis räumlicher Relationen 64
6.3 Mentale Modelle und Erwartungen 65
6.4 Regelverständnis und -beachtung 68
6.5 Gefahrenkognition und -antizipation 70
6.6 Erwartungsbildung 73
6.7 Fazit und Ausblick 74
7 Soziale und emotionale Kompetenz 78
7.1 Situationsbewusstsein 78
7.2 Kommunikationsfähigkeit 79
7.3 Egozentrische Erlebnis- und Denkweise versus Perspektivenübernahme und Empathie 81
7.4 Risikofreude 83
7.5 Selbstvertrauen 84
7.6 Externale Regulation und Moralentwicklung 86
7.7 Internale Regulation und emotionale Stabilität 86
7.8 Fazit und Ausblick 88
8 Exekutive Funktionen 91
8.1 Multitasking, Aufgabenwechsel, Inhibitions-/Fehlerkontrolle 92
8.2 Handlungsplanung 94
8.3 Problemlösefähigkeit 96
8.4 Fazit und Ausblick 97
9 Zusammenfassung und Forschungsbedarf 99
9.1 Sehen 99
9.2 Hören 100
9.3 Aufmerksamkeit 101
9.4 Motorische Entwicklung 101
9.5 Kognitive Funktionen 102
9.6 Soziale und emotionale Kompetenz, Selbstregulation 102
9.7 Exekutive Funktionen 103
Literatur 104

Kurzfassung

Die Mobilitäts- und Verkehrserziehung muss die entwicklungsstandspezifischen Lern- und Verhaltensvoraussetzungen von Kindern berücksichtigen. Zu diesem Zweck wird ein synoptischer Überblick über die für eine sichere Verkehrsteilnahme notwendigen Kompetenzen und ihre Entwicklung im Kindesalter gegeben. Generell muss die Schlussfolgerung gezogen werden, dass die entwicklungspsychologische Fundierung der Verkehrserziehung eine Vielzahl von Lücken aufweist und dass belastbare Empirie in diesem Bereich eher die Ausnahme ist. Dennoch ist eine Reihe begründeter Schlussfolgerungen möglich. Differenziert dargestellt wird die altersbezogene Entwicklung in 7 Funktionsbereichen, in denen insgesamt 39 Kompetenzen unterschieden werden, deren Entwicklung Voraussetzung einer sicheren selbständigen Verkehrsteilnahme von Kindern ist. Generell gilt dabei, dass bei den meisten Tätigkeiten nicht allein eine einzelne Kompetenz relevant ist für eine richtige und sichere Handlungsausführung; vielmehr ist das Zusammenspiel unterschiedlicher Kompetenzen entscheidend für eine gelingende Performanz. Zudem bestehen ausgeprägte differenzielle Unterschiede innerhalb der Altersspannen.

Für das **Sehen und das Hören** wird festgestellt, dass die Physiologie der Sinneswahrnehmung relativ früh entwickelt ist, zur Einschätzung der Bedeutung und Bewertung der Sinnesempfindungen jedoch vielfältige Lern- und Erfahrungsprozesse im Kindesalter notwendig sind. Typisch für Kinder ist es, dass ihre **Aufmerksamkeit** in hohem Maße ablenkbar ist. Hierin liegt ein wesentlicher Grund dafür, dass selbst bei ausgeprägten Kompetenzen nicht immer ein sicheres Verhalten zu erwarten ist. In ihrer **körperlichen und motorischen Entwicklung** weisen Kinder gegenüber Erwachsenen Nachteile auf, die ihre selbständige Verkehrsteilnahme erschweren. Zur **Entwicklung kognitiver Funktionen** kann neben empirischen Arbeiten auf bekannte entwicklungspsychologische Theorien und Modelle zurückgegriffen werden, die ein vertieftes Verständnis von verkehrsrelevanten Kompetenzen wie Gefahrenkognition, Gefahrenantizipation und Regelverständnis ermöglichen. Jederzeit rationales und geplantes Handeln ist bei Kindern – weniger noch als bei Erwachsenen – durch Probleme bei der Aufmerksamkeit sowie durch den **Entwicklungsstand ihrer sozialen und emotionalen Kompetenzen und der Selbstregulation** nicht zu erwarten. Nicht zuletzt sind im Kindesalter **exekutive Funktionen** noch weniger entwickelt, die es z.B. möglich machen, Mehreres gleichzeitig zu beachten (Multitasking) und Unwichtigeres auszublenden (Inhibitionskontrolle).

Abstract

Traffic education should reflect the developmental preconditions of children´s learning and behaviour. For this purpose a synoptic overview of competencies (and their development) necessary for safe traffic participation in infancy is given, based on an exhaustive literature review. In general, the foundation of traffic education in developmental psychology shows a lot of gaps. Empirical evidence rather is the exemption. Nevertheless some well-founded conclusions are possible. The age-related development in detail is outlined for 7 functional areas, differentiated in 39 single competencies, whose development is precondition for a safe and independent traffic participation of children. In general, for most actions not only one competency is relevant, in fact successful performance depends on diverse competencies simultaneously. Moreover, marked differencies are found within groups of the same age.

The review shows that **vision and hearing** relatively early in childhood are developed as far as it concerns the physiology of sensations. In contrast, a successful assessment of the meaning and the relevance of sensations depend on learning and experience in childhood and thus needs time. Typicall childrens´ **attention** is highly distractible. This is a prime reason for the fact that safe behaviour often is not to be expected even when main competencies are well developed. **Bodily and motor development** of children show some disadvantages for children compared to grown-ups making their independent traffic participation more difficult. Description of **cognitive development** of children is based on well-established theories and models as well as on empirical research findings which allow for a deeper understanding of competencies relevant in traffic such as hazard perception, hazard anticipation and comprehension of traffic regulations. Rational and planned behaviour at any time can´t be expected of children – even less as of grown-ups – because of attentional problems as well as of the developmental stage of their **social and emotional competencies and their self-regulation.** Last but not least, in childhood **executive functions** are still under way, which make it possible, e.g., to perform different things at a time (multitasking) and to suppress less important attractions (inhibition control).

1 Einleitung

Selbständige Mobilität ist für Kinder mit steigendem Alter zunehmend wichtiger. Dadurch werden sie (von ihren Eltern) unabhängiger und lernen, sich in ihrer Umgebung sicher zu bewegen. Kinder gehören allerdings zu den schwachen Verkehrsteilnehmern, so dass ein Konflikt zwischen Mobilitätsbedürfnissen und Sicherheit besteht. Betrachtet man die Bedeutung der Mobilität von Kindern im Laufe ihrer Entwicklung, so fallen systematische Schritte auf. Während am Beginn der Verkehrssozialisation die begleitende, später die begleitete Mobilität steht, ist ab dem Grundschulalter die selbständige Verkehrsteilnahme das Ziel der Bemühungen. Diese selbständige Verkehrsteilnahme ist stark abhängig einerseits vom Stand der physischen, psychischen (kognitiven und emotionalen) und sozialen Entwicklung der Kinder. Aufgrund ihres Entwicklungsstands verhalten sie sich im Straßenverkehr anders als Erwachsene und sind in besonderer Weise verletzlich und gefährdet (Schlag, Roesner, Zwipp & Richter, 2006). Auf der anderen Seite können deshalb an Kinder nicht die gleichen Erwartungen bezüglich ihres Verhaltens gestellt werden wie an erwachsene Verkehrsteilnehmer (Richter, 2014; Schlag & Richter, 2005, 2008). Differentielle Unterschiede finden sich in der Entwicklung von Wahrnehmung, Aufmerksamkeit, Konzentration als kognitive Grundlagen einerseits und der kognitiven Verarbeitung - wie Gefahrenkognition und Risikobewertungen - sowie der Ausbildung von exekutiven Funktionen andererseits. Unter exekutiven Funktionen werden nach Röthlisberger et al. (2010, S. 100) „höhere selbstregulatorische, kognitive Prozesse summiert, die das Denken und Handeln kontrollieren und überwachen, mit dem Ziel, eine flexible Anpassung an neue, komplexe Aufgabensituationen zu ermöglichen.“ So ist in (Verkehrs)Situationen durch angemessene Zielsetzung, Aufmerksamkeitssteuerung und Impulskontrolle eine bewusste Entscheidung für (oder gegen) eine Handlung möglich. Besondere Beachtung kommt in diesem Rahmen der Handlungssteuerung zu (siehe u.a. Schlag, 2013). Dabei können kognitive oder emotionale Ablenkungen im Sinne einer (fehlenden) Inhibitionskontrolle verstanden werden. Auch dazu ist die Entwicklung eines angemessenen Situationsbewusstseins notwendig. Dabei kommt dem Übergang von externaler zu internaler Selbstregulation, wie sie bei der Steuerung der Regelbefolgung (Rößger, Schade, Schlag & Gehlert, 2011) auftritt, eine wichtige Rolle zu. Auch die Sprache ist durch ihre (selbst)regulierende Funktion in besonderem Maße bedeutsam.

Mobilität stellt für Kinder eine Erweiterung ihres Handlungsspielraumes dar, der es ihnen ermöglicht, selbständig Erfahrungen zu sammeln und sich auf diese Weise Wissen anzueignen (Schlag, 2006). Der selbständige Fähigkeits- und Wissenserwerb ist für die Kompetenzentwicklung allgemein und für die Verkehrsteilnahme im Speziellen von zentraler Bedeutung, da mit zunehmender Mobilität auch die Anforderungen an Kinder steigen (Limbourg et al., 2000). Jedoch verhindert es die bisher in der Literatur vorherrschende defizitäre Beschreibung des Entwicklungsstandes hinsichtlich ihres Mobilitätsverhaltens von Kindern vor allem im Vor- und Grundschulal-

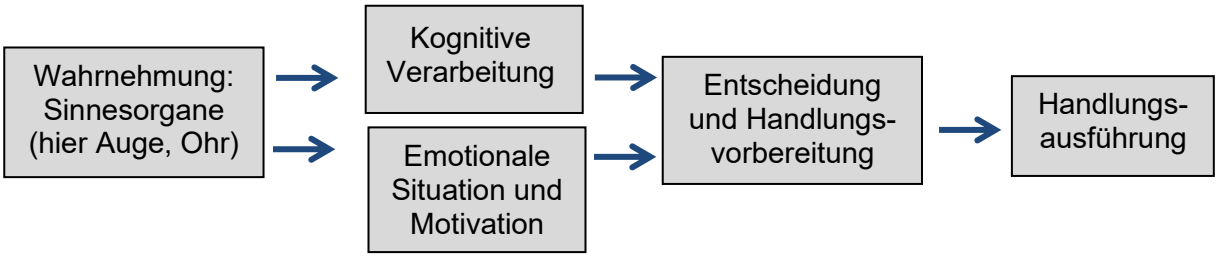
ter oft, angemessen die bereits aufgebauten Kompetenzen von Kindern zu erkennen und zu nutzen.

Ebenso wie der Mobilitätsbegriff ist auch der Kompetenzbegriff breit gefächert und kontrovers diskutiert. Aus diesem Grund ist es notwendig zu klären, wie der Kompetenzbegriff verstanden werden soll. Eine verbreitete Definition stammt von Weinert (2014), der Kompetenzen als „die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“ (S. 27f.) bezeichnet.

Somit lassen sich für Kompetenzen folgende Merkmale ableiten (u.a. Krumm, Mertin & Dries, 2012): Kompetenzen bezeichnen das Zusammenspiel von Fähigkeiten, Fertigkeiten, Wissen und anderen z.B. Persönlichkeitsmerkmalen und deren flexiblen Einsatz zur Problembewältigung in verschiedenen (Verkehrs-)Situationen. Kompetenzen sind demnach eine notwendige, aber nicht hinreichende Voraussetzung für die erfolgreiche Teilnahme am Straßenverkehr. Kompetenzen werden erst im Laufe der Entwicklung erlernt und differenziert, sie sind somit alters- und erfahrungsabhängig.

Dabei ist zwischen *Kompetenz* und *Performanz* zu unterscheiden: Nicht jede Fähigkeit kann in jeder Situation angewendet werden. Diese Differenzierung lehnt sich an die linguistische Unterscheidung zwischen Kompetenz als allgemeiner Sprachfähigkeit und Performanz als individueller Sprachverwendung an, die auf Noam Chomsky und de Saussure (langue und parole) zurückgeht. Insofern ist mit Kompetenz die Tiefenstruktur angesprochen, mit Performanz die gezeigte Leistung (Oberflächenstruktur). Im einfachen Fall ist die Performanz das gezeigte Verhalten, in dem die Kompetenz sichtbar wird (nach Chomsky, 1981). Die Performanz bleibt allerdings auch im Verkehrsalltag oft hinter den Möglichkeiten zurück, die von den Kompetenzen her eigentlich vorhanden sind, und hängt neben den Kompetenzen von der Erfahrung mit der Situation, ihrer Günstigkeit, der Motivation, Ablenkung und der aktuellen Befindlichkeit ab. So sind eine Reihe sinnesphysiologischer Kompetenzen (bspw. Sehschärfe, Helligkeits- und Farbwahrnehmung, Wahrnehmung von Tonhöhen- und Lautstärkenunterschieden; siehe Kompetenztabelle) etwa im Alter von 8-9 Jahren in der Regel vorhanden, dennoch kann der Einsatz dieser Kompetenzen bspw. bei einer Straßenquerung (Performanz) von der jeweiligen Situation, von anwesenden Anderen oder durch Ablenkung überlagert werden. Umgekehrt beruhen beobachtbare (Alters)Unterschiede zum Teil auch auf Performanzfaktoren und stellen nicht immer Kompetenzgrenzen struktureller Art (Montada, in: Oerter/Montada, 1995, 885) dar. Deshalb empfiehlt sich Zurückhaltung bei der Benennung entwicklungsbedingter Kompetenzgrenzen. Gelingende Performanz wiederum beruht häufig auf einer Kombination mehrerer Kompetenzen, eine 1:1-Beziehung einzelner Kompetenzen zu

spezifischen Performanzen ist eher selten. Einzelne Kompetenzen sind Voraussetzung gelingender Performanz, garantieren diese jedoch keineswegs.



Im Fokus stehen im Folgenden die Fragen:

- Welche Kompetenzen sind für eine sichere selbständige Verkehrsteilnahme als Fußgänger oder Radfahrer erforderlich? Welches Zusammenspiel unterschiedlicher Kompetenzen ist für sicheres Handeln notwendig?
- Ab welchem Alter sind diese Kompetenzen im durchschnittlichen Entwicklungsverlauf vorhanden? Wie groß ist ggf. die Varianz?
- Das Zusammenspiel welcher Kompetenzen ist zur Erfüllung konkreter Verkehrsaufgaben (Performanz) erforderlich?
- Wie kann die Entwicklung der wichtigsten Kompetenzen für eine sichere selbständige Verkehrsteilnahme gefördert werden? Gibt es „sensible Phasen“ bzw. Perioden, in denen der spezifische Kompetenzerwerb besonders leicht möglich ist?
- Wie ist der gegenwärtige Forschungsstand zur entwicklungspsychologischen Fundierung der Verkehrspädagogik zu bewerten und wo besteht gegebenenfalls Forschungsbedarf?

Das Wissen um die wichtigsten Kompetenzen und deren Entwicklung ist Voraussetzung für die Entwicklung einer differenzierten schulischen und vorschulischen Verkehrserziehung. Zugleich hilft es, eine Über- oder Unterschätzung der Möglichkeiten von Kindern im Straßenverkehr zu vermeiden und sie pädagogisch beim Stand ihrer Entwicklung abzuholen und sie damit bestmöglich zu fördern. Denn ebenso wie eine Überforderung durch eine ggf. unangemessene oder zu frühe selbständige Verkehrsteilnahme Unfallgefahren mit sich bringt, kann eine Unterforderung durch Vermeidung selbständiger Mobilität die Entwicklung von Kompetenzen hemmen. Beides sind Fehlanforderungen aufgrund mangelnder Beachtung oder Kenntnis der kindlichen Möglichkeiten und Grenzen.

Im Folgenden werden die Kompetenzbereiche beschrieben, die eine erfolgreiche Verkehrsteilnahme ermöglichen. Mobilitätskompetenzen beschränken sich dabei nicht allein auf kognitive Komponenten (die in der bisherigen Literatur meist betont wurden), sondern sie beinhalten ebenso perzeptive, motorische, sozial-emotionale, motivationale und exekutive Funktionen. In den Funktionsbereichen

wird auf **7 Funktionsgruppen** in ihrer altersbezogenen Entwicklung detailliert eingegangen:

1) Sehen

Eine angemessene Wahrnehmung der äußeren Welt hat für die selbständige Verkehrsteilnahme zentrale Bedeutung. Dazu gehören insbesondere das Sehen und Hören, vor allem beim Radfahren zudem der Gleichgewichtssinn, und in begrenztem Umfang auch weitere Sinnesmodalitäten wie die Hautsinne (Tasten, Warm-/Kalt- und Schmerzempfindung), Geruch, Geschmack, die kinästhetischen und propriozeptiven Empfindungen. Während sich die Physiologie der Sinneswahrnehmung relativ früh zu hoher Funktionalität entwickelt, bedarf die Einschätzung der Bedeutung und die Bewertung der Sinnesempfindungen, sozusagen ihre Semantik und Pragmatik, vielfältiger Lern- und Erfahrungsprozesse. Unterschieden wird hier in bottom-up- und top-down-Prozesse der Wahrnehmung, d.h. die Wahrnehmung wird durch äußere Reize bzw. durch innere Prozesse geleitet. Letztere sind wiederum eng verbunden mit der Entwicklung kognitiver Funktionen und mit der Steuerung der Aufmerksamkeit.

Beim Sehen ist im Straßenverkehr nun nicht nur an die Sehschärfe fern und nah (und ihre angemessene und rechtzeitige Korrektur, falls erforderlich) zu denken, sondern ebenso an das Sehen bei Dunkelheit und Dämmerung, bei unterschiedlichen Kontrasten, in der Peripherie des Gesichtsfelds, an Farb- und Bewegungswahrnehmung, und - im Zusammenspiel mit Aufmerksamkeit und kognitiven Kompetenzen - an die visuelle Suche und die Entfernungs- und Geschwindigkeitswahrnehmung. Für die Entwicklung der Physiologie des Sehens lassen sich in vielen Bereichen empirisch gut begründete Aussagen treffen, während dies für die Psychologie des Sehens oft weniger gilt. So können vergleichsweise sichere Aussagen zur Entwicklung der Sehschärfe im Kindesalter getroffen werden, während es unsicherer ist, wann das scharf Gesehene richtig aufgefasst wird (Semantik) und zu angemessenen Handlungen (Pragmatik) führt. Fast alle Teilbereiche der Entwicklung des Sehens unterliegen zudem einer ausgeprägten Varianz, so dass die Angabe von Altersspannen angemessener ist als genaue Altersgrenzen.

2) Hören

Die auditive Kontrolle des Verkehrsgeschehens, Lautstärken und Tonhöhen differenzieren, Geräusche unterscheiden und orten, ist gerade für die ungeschützten Teilnahmearten zu Fuß und Radfahren hoch bedeutsam. Oft wird sie als Ergänzung und Absicherung der visuellen Kontrolle insbesondere bei der Straßenquerung verstanden. Zudem sind spezifische auditive Signale als Gefahrensignale kodiert. Für erfahrene Fußgänger ist das Hören (auditive Suche) jedoch häufig die erste Quelle der Orientierung – sie nutzen dann nur einen visuellen Kontrollblick zur Absicherung. Auch hier gilt wiederum die Unterscheidung zwischen der physiologischen Entwicklung und der Erfahrungsbildung, die zusammen erst eine gelingende Orientierung und Gefahrenabschätzung bei der Verkehrsteilnahme möglich machen.

3) Aufmerksamkeit
Aufmerksamkeit lenkt die Wahrnehmung und das Handeln. Dass Kinder störbar sind bei der Aufmerksamkeitszuwendung, dass häufig nicht das objektiv Wichtige ihre Aufmerksamkeit anzieht, sondern ihnen vordringliche Dinge, ist gut belegt (siehe im Einzelnen: Kompetenztabelle und Situationsanalyse „Ablenkung“). Es gilt als typisch kindlich. Bei aufmerksamer Beobachtung des Verkehrsgeschehens und bewusster Handlungskontrolle können die meisten Kinder bereits im Grundschulalter vielfältige Anforderungen des Straßenverkehrs bewältigen. Genau diese Aufmerksamkeit und Kontrolle ist jedoch kindestypisch in hohem Maße störbar. Dabei geht es einmal um die Wachsamkeit, die zur Aufgabenbewältigung notwendige Aufmerksamkeitszuwendung und ihre Ablenkbarkeit, zu Anderen - im Zusammenspiel mit Perzeption und Kognition - um die Anforderungen an die geteilte und selektive Aufmerksamkeit bei vielfältigen gleichzeitigen Reizen.

4) Motorische Entwicklung
Körperlich weisen Kinder gegenüber Erwachsenen Nachteile auf (z.B. Körpergröße und Augenhöhe, Gehgeschwindigkeit), die ihnen die selbständige Verkehrsteilnahme erschweren. Gleichzeitig mit einem „kindestypisch“ starken Bewegungsdrang ist zudem ihre Motorikkontrolle, die beispielsweise für ein plötzliches Stoppen oder Ausweichen benötigt wird, weniger geübt. Auch ein Ausgleich durch eine bessere Antizipation notwendiger Bewegungen bedarf der Erfahrung und ist bei Kindern weniger zu erwarten.

5) Kognitive Funktionen
Bei vielen kognitiven Kompetenzen zeigen sich im Verlauf der Kindheit starke Entwicklungs- und Lernfortschritte. Gleichzeitig ist ihre Ausprägung in hohem Maße interindividuell variant und ihre Bedeutung für die Performanz kann auch intraindividuell stark mit den Situationsbedingungen schwanken. Selbst bei ausgeprägten Kompetenzen ist deshalb nicht unter allen Bedingungen ein entsprechend reguliertes Verhalten zu erwarten. Neben dem unmittelbar verkehrsbezogenen Regelverständnis und der Gefahrenkognition entwickeln sich in der Kindheit die Fähigkeit zur Dezentrierung, das Verständnis räumlicher Relationen und ihrer Veränderung in Bewegung, korrekte Erwartungen zur Situationsentwicklung und die Antizipationsfähigkeit, die vorausschauend und ggf. meidend Situationen bewältigen oder entschärfen hilft.

6) Soziale und emotionale Kompetenz, Selbstregulation
Unter den Einflüssen, die ein rationales und geplantes Handeln hemmen können, werden neben Aufmerksamkeitsproblemen zumeist die soziale und emotionale Situation des Kindes hervorgehoben. Gerade dies ist kindgemäß: nicht immer von (aus Erwachsenensicht) vernünftigen Erwägungen geleitet zu sein. Kinder verstehen sich auch bei der Verkehrsteilnahme nicht immer primär als Fußgänger oder Radfahrer (Situationsbewusstsein) und entsprechend ist ihr Verhalten nicht allein durch diese Rolle bestimmt. Sie können sich im Spiel sehen und ihr Handeln unterliegt mit manchmal hoher Risikofreude (Jungen nach wie vor mehr als Mädchen) und starker Innenwendung (Egozentrizität) anderen Einflüssen als den durch die Verkehrssituati-

on geforderten. Ihre interne Regulation auch bei emotionalem und sozialem Stress ist weniger ausgeprägt, die externe Regulation bei kleinen Kindern noch weniger erlernt. Verschiedene prominente Modelle der Entwicklungspsychologie stellen unterschiedliche Aspekte des Entwicklungsverlaufs in diesem Bereich differenziert dar (Piaget; Kohlberg; E.H. Erikson).

7) Exekutive Funktionen
Exekutive Funktionen kontrollieren die Handlungsausführung, oft im Zusammenspiel mit den vorgenannten Kompetenzen. Im Straßenverkehr ist oft Mehreres gleichzeitig zu beachten und zu tun, schnelle Anforderungs- und Aufgabenwechsel sind die Regel, Unwichtigeres oder eben noch Bindendes muss ausgeblendet (Inhibitionskontrolle) und nicht erwartete Probleme müssen gelöst werden. All dies erfordert perzeptive, kognitive, sozial-emotionale und motorische Kompetenzen, die im Moment der Handlung kontrolliert zu nutzen sind. Dies ist von Kindern nicht in jeder Situation zu erwarten, das Potential dazu entwickelt sich jedoch mit zunehmendem Alter und unter günstigen Lernbedingungen regelmäßig.

Beschrieben und altersbezogen bewertet werden die folgenden Einzel-Kompetenzen in den **7 Funktionsgruppen**:

1) Sehen (10)
- Sehschärfe und Akkommodation und Kontrastempfindlichkeit
- Periphere Wahrnehmung, Gesichtsfeld
- Bewegungswahrnehmung
- Helligkeits-, Farbwahrnehmung und Adaption
- Objekterkennung und –differenzierung, Objekt- und Größenkonstanz
- Tiefenwahrnehmung, räumliches Sehen
- Visuelle Suche
- Schätzen von Entfernungen
- Schätzen von Geschwindigkeiten
- Wahrnehmung und Schätzung der TTA / TTC

2) Hören (3)
- Physische Hörfähigkeit (Tonhöhen und Lautstärkeunterschiede)
- Geräusche differenzieren und Objekten zuordnen
- Richtungshören und Ortung, Akustische Bewegungswahrnehmung (akustische TTC)

3) Aufmerksamkeit (4)
- Vigilanz und Daueraufmerksamkeit
- Aufmerksamkeitszuwendung, Wahrnehmungsreaktion (alertness), Ablenkbarkeit
- Selektive visuelle Aufmerksamkeit
- Selektive auditive Aufmerksamkeit

4) Motorische Entwicklung (6)
- Körpergröße
- Bewegungsdrang, motorische Unruhe

- Motorikkontrolle
- Entwicklung des Gleichgewichts
- Körperkraft, Schnelligkeit, Geschicklichkeit
- Gehgeschwindigkeit

5) Kognitive Funktionen (6)
- Theorien kognitiver Entwicklung, Konzepterwerb und Dezentrierung
- Arbeitsgedächtnis und Verständnis räumlicher Relationen, Bewusstsein für Eigenposition im Raum
- Mentale Modelle und Erwartungen
- Regelverständnis und Regelbeachtung
- Gefahrenkognition und –antizipation
- Erwartungsbildung und Antizipation, Top-down-Anteile der Wahrnehmung

6) Soziale und emotionale Kompetenz, Selbstregulation (7)
- Situationsbewusstsein
- Kommunikationsfähigkeit
- Egozentrische erlebnis- und Denkweise vs. Perspektivenübernahme und Empathie
- Risikofreude
- Selbstvertrauen
- Externale Regulation, Moralentwicklung
- Internale Regulation und emotionale Stabilität

7) Exekutive Funktionen (3)
- Multitasking, Aufgabenwechsel (shifting) und Inhibitionskontrolle, Fehlerkontrolle
- Handlungsplanung
- Problemlösefähigkeit

Zunächst werden diese Kompetenzen und ihre empirisch oder theoretisch begründete Bedeutung für die Verkehrsteilnahme detailliert und in tabellarischer Form dargestellt, differenziert nach Altersjahren (bis 3 Jahre, 4/5 Jahre, 6/7 Jahre, 8/9 Jahre, 10/11 Jahre, 12-14 Jahre). Zusätzlich werden Testverfahren zur Prüfung aufgezeigt.

Im zweiten Band (Forschungsberichte Nr. 78) „Entwicklung verkehrsrelevanter Kompetenzen im Alter von 0 bis 14 Jahren, Band 2: In ausgewählten Verkehrssituationen“ wird die Entwicklung der verkehrsrelevanten Kompetenzen anhand von (Verhaltens)aufgaben in graduell abgestuften und im Alltag beobachtbaren Verhaltensweisen beschrieben und bewertet (Schlag et al., 2021). Betrachtet werden die für Kinder typischen Situationen:
- Eine Straße zu Fuß über den Fußgängerüberqeg queren
- Eine Straße ohne Querungshilfe überqueren
- Bei Ablenkung / in Gruppen im Straßenverkehr aufmerksam sein
- Auf das Fahrraf aufsteigen und losfahren
- Mit dem Fahrrad an einer Kreuzung links abbiegen.

Generell sind bei der Betrachtung von Entwicklungsverläufen teils ausgeprägte differenzielle Unterschiede innerhalb der Altersgruppen zu beachten. So gibt das kalendarische Alter zwar einen Hinweis auf den zu erwartenden Entwicklungsstand eines Kindes und kann damit als Referenz für mögliche Kompetenzerwartungen dienen; der tatsächliche Entwicklungsstand des Kindes (und seine Dynamik) sind jedoch im Einzelnen zu diagnostizieren bzw. zu beobachten. Hierzu werden im Folgenden, so weit in diesem Rahmen möglich, Hinweise und Kriterien erarbeitet sowie Beobachtungsmöglichkeiten genannt.

Nicht zuletzt sind Strukturen von Entwicklungsverläufen für ein besseres Verständnis bedeutsam. So gilt in allen Bereichen der Wahrnehmung, dass sich top-down-Prozesse später als die bottom-up-Sensorik zu voller Funktionalität entwickeln. Je mehr kognitive Anteile eine Rolle spielen, umso später in der Entwicklung ist die jeweilige Kompetenz voll vorhanden. Lernprozesse und Erfahrungsbildung sind bei top-down-Prozessen besonders wichtig. Gerade hierin gibt es auch nach dem 14. Lebensjahr weitere Verbesserungen (die u.a. in Deutschland Grund für den Pkw-Fahrerlaubniszugang erst ab 17 respektive 18 Jahren sind).

Für die pädagogische Unterstützung besonders hilfreich wäre es, wenn sich für einige Kompetenzen Hinweise auf sensible Phasen (im Sinne von Piaget) oder sensible Perioden finden ließen, in denen eine starke Eigenmotivation zum Erwerb dieser Kompetenzen besteht, die deshalb besonders leicht und erfolgreich angeeignet werden können. In diesen Zeiten besteht eine optimale Passung zwischen Entwicklung und Lernen, ein „Lernfenster“ (window of opportunity) öffnet sich, in dem die jeweiligen Kompetenzen leicht, schnell und nachhaltig erworben werden können.

2 Sehen

Zusammenfassung:
Trotz früher Ausprägung der Sehfähigkeit ist die vollständige Entwicklung in der Kindheit noch nicht abgeschlossen. Während sich die Physiologie des Sehens relativ früh zu hoher Funktionalität entwickelt, bedürfen die Bewertung des Gesehenen und die Interpretation dessen vielfältiger Lern- und Erfahrungsprozesse. Unterschieden wird hier in Bottom-up- und Top-down-Prozesse der Wahrnehmung. Das bedeutet, die Wahrnehmung wird durch äußere Reize oder durch innere Prozesse geleitet. Letztere sind wiederum eng verbunden mit der kindlichen Entwicklung kognitiver Funktionen und mit der Steuerung der Aufmerksamkeit. Obwohl Kinder bspw. bereits im Kleinkindalter in der Lage sind, Tiefe wahrzunehmen und mit dem Schuleintritt weitere Verbesserungen eintreten, kommt es erst mit neun Jahren zur vollständigen Ausprägung der Tiefenwahrnehmung (Gibson & Walk, 1960; Limbourg, 1995; Uhr, 2015).

Für den Straßenverkehr sind im Rahmen der visuellen Kompetenzen neben der Sehschärfe naher und entfernter Objekte auch die Sehfähigkeit bei Dunkelheit und

verschiedenen Kontrasten sowie in der Peripherie des Gesichtsfeldes bedeutsam. Zudem sind Kompetenzen zu Farb- und Bewegungswahrnehmung, der visuellen Suche sowie dem Schätzen von Entfernungen und Geschwindigkeiten unabdingbar. Diese müssen insbesondere im Zusammenhang mit den entsprechenden kognitiven Kompetenzen und der Aufmerksamkeit der Kinder betrachtet werden.

Forschungslage:
Bisher liegen nicht für alle Bereiche der visuellen Kompetenzen und alle Altersstufen empirische Erkenntnisse vor. Weitreichende Forschungslücken bestehen vor allem hinsichtlich der kindlichen Fähigkeiten für eine sichere Verkehrsteilnahme. Die vorhandenen empirischen Ergebnisse beziehen sich überwiegend auf physiologische Entwicklungen der visuellen Kompetenzen und weniger auf psychologische Entwicklungen. Gesicherte Erkenntnisse liegen bspw. für die Sehschärfe von Kindern vor, während hinsichtlich der Interpretation des Gesehenen (Semantik) und der abgeleiteten Handlungen (Pragmatik) keine begründeten Aussagen getroffen werden können. Zudem betrifft die bei Kindern verbreitete Ablenkbarkeit im Straßenverkehr auch die Sehfähigkeiten. Besonders betroffen durch Ablenkung sind das periphere Sehen und die visuelle (Schlag & Richter in Schlag et al., 2021). Die visuellen Fähigkeiten entwickeln sich außerdem im Rahmen einer hohen Varianz, so dass keine festen Altersgrenzen, sondern eher Spannen angegeben werden sollten.

Im Folgenden werden die einzelnen Teilbereiche der Sehfähigkeit nach den jeweiligen Altersgruppen in der Entwicklung dargestellt, beginnend mit der Sehschärfe, der Akkommodation (Wechsel von Nah-Fern-Wahrnehmung) und der Kontrastempfindlichkeit. Darauf folgen die periphere Wahrnehmung, die Bewegungswahrnehmung sowie die Helligkeits- und Farbwahrnehmung und Adaptation. Anschließend werden die Objekterkennung und -differenzierung, Wahrnehmung der Objekt- und Größenkonstanz, die Tiefenwahrnehmung, das räumliche Sehen, die visuelle Suche, das Schätzen von Entfernungen und Geschwindigkeiten und die Wahrnehmung und Einschätzung der Time to Contact / Arrival (TTC / TTA) beschrieben.

2.1 Sehschärfe, Akkommodation, Kontrastempfindlichkeit

Zusammenfassung:
Hinsichtlich der Sehschärfe, Akkommodation und Kontrastempfindlichkeit bestehen bei Kindern starke interindividuelle Unterschiede, je nachdem, wie weit die Sinnesphysiologie entwickelt ist und wie die psychologische Wahrnehmung und das Verständnis ausgereift sind. Bestehenden Unterschiede können zudem zum Teil auf die Aufmerksamkeitslenkung der Kinder zurückgeführt werden (Richter in Schlag et al., 2021).

Testung:
Die Kompetenzen können mit Hilfe von Standardsehtests untersucht werden (Richter in Schlag et al., 2018). Bei jüngeren Kindern erfolgen Testung der Kontrastempfindlichkeit bspw. mittels „Hiding Heidi Low Contrast Test“ (Lea-Test; Les Test Intl. LLC.,

2020). Dabei werden Bilder des gleichen Motivs (Gesicht „Heidi“) in unterschiedlichen Kontraststufen gezeigt und ermittelt, welche das Kind noch erkennt, und demnach, wo die Kontrastschwelle liegt. Zudem können Sehtests in unterschiedlich abgedunkelten Räumen durchgeführt werden (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Entwicklung:
Die physiologische Sehschärfe verbessert sich im *ersten Lebensjahr* stetig (Michaelis in Schlag et al., 2021). Ab *ca. einem Jahr* besitzen Säuglinge eine ähnliche psyiologische Sehschärfe wie Erwachsene (Slater, 2001). Kinder *bis drei Jahre* benötigen jedoch noch länger, um das Gesehen zu verarbeiten und in einen Gesamtkontext zu integrieren (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Kinder *unter fünf Jahren* verfügen über eine begrenzte Akkommodationsfähigkeit (Warwitz, 2009). *Zwischen fünf und sechs Jahren* ist die Sehschärfe bei Kindern ausgreift (Lai et al., 2011). Verkehrsobjekte, wie Fußgängerüberwege, und Verkehrsteilnehmende, wie Fahrzeuge, werden nun erkannt (Krause in Schlag et al., 2021).

Zwischen acht und neun Jahren entwickelt sich bei Kindern die Kontrastempfindlichkeit, sie entspricht allerdings noch nicht der eines Erwachsenen (Leat et al., 2009). Insbesondere bei Dämmerung, Dunkelheit und Nebel können Probleme in der Orientierung oder der Verkehrsüberblicksgewinnung entstehen (Michaelis in Schlag et al., 2021). Näherkommende Fahrzeuge oder Radfahrer werden unter diesen Bedingungen zu spät oder gar nicht erkannt (Michaelis in Schlag et al., 2021). Werden entfernte Fahrzeuge oder Verkehrsteilnehmer erkannt, können schnelle Wechsel der Wahrnehmung zwischen Nähe und Entfernung misslingen bzw. verlangsamt sein (Richter in Schlag et al., 2021).

Fazit:
Zusammenfassend sind die physiologischen Voraussetzungen der Sehschärfe bei Kindern ab sechs bis sieben Jahren gut entwickelt, die Kontrastempfindlichkeit ist jedoch selbst mit acht bis neun Jahren noch nicht ausgereift und die Umsetzung im Straßenverkehr ist noch aufmerksamkeitsabhängig (Richter in Schlag et al., 2021).

2.2 Periphere Wahrnehmung

Zusammenfassung:
Hinsichtlich der peripheren Wahrnehmungsfähigkeiten bei Kindern bestehen widersprüchliche Befunde (Schlag & Richter in Schlag et al., 2021). Dies könnte darin begründet sein, dass die Wahrnehmung außerhalb des Fixationsbereiches besonders abhängig ist von der Aufmerksamkeit und von der Attraktivität der Reize (Schlag & Richter in Schlag et al., 2021).

Testung:
Zur Testung des peripheren Gesichtsfeldes können Perimeter verwendet werden (Schlag & Richter in Schlag et al., 2021). Dazu werden innerhalb einer halbkugelförmigen Schale Lichtreize präsentiert. Die zu testende Person legt ihren Kopf in die Halbkugel und bestätigt die gesehenen Lichtreize. Meist wird dabei je ein Auge abgedeckt. Zudem kann man unter verschiedenen Blickwinkeln testen, wann ein dargestelltes Fahrzeug wahrgenommen wird (Michaelis et al., 2018). Der Wahrnehmungsgeschwindigkeitstest von Schützhofer und Banse (2018) kann ebenfalls angewendet werden, um das periphere Gesichtsfeld und die Wahrnehmungsgeschwindigkeit zu untersuchen. Dabei werden den Teilnehmern zwei Fotos aus Verkehrssituationen in kurzem Abstand präsentiert, die sich in Details unterscheiden. Die Unterschiede müssen dann markiert werden.

Entwicklung:
Bis zum Alter von *drei Jahren* entwickelt sich das periphere Gesichtsfeld von Kindern physiologisch zu dem eines Erwachsenen, ist kognitiv aber noch nicht ausgereift (Dobson et al., 1998).

Mit *fünf bis sechs Jahren* ist bei Kindern eine Einschränkung des Gesichtsfeldes um 30 Grad nachweisbar, jedoch gibt es Hinweise auf eine eher kognitive Einschränkung (Tschopp et al., 1998). Bis zum Alter von sechs Jahren ist die Fähigkeit des peripheren Sehens bei Kindern zu 70% ausgebildet (Walter et al., 2013). Objekte, die von der Seite kommen, befinden sich außerhalb des Gesichtsfeldes und werden später erkannt (Walter et al., 2013). Kinder im Alter von sechs Jahren können ihr peripheres Gesichtsfeld nur geringfügig benutzen (Mackwort & Brunner 1970). Dadurch kommt es im Straßenverkehr zu Schwierigkeiten, sich seitlich annähernde Fahrzeuge rechtzeitig wahrzunehmen (Michaelis in Schlag et al., 2021). Ohne nach rechts und links zu schauen, können diese noch nicht wahrgenommen werden (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Das periphere Sehen, wie es für verkehrsrelevante Reize notwendig ist, ist mit ca. *sieben Jahren* ausreichend entwickelt (Schwebel et al., 2012). Kinder verfügen nun über eine annähernde periphere Wahrnehmung wie Erwachsene, verarbeiten das Gesehene aber langsamer (David, Foot & Chapman, 1990). Sechs- bis achtjährige Kinder weisen längere Reaktionszeiten auf optische periphere Reize auf im Vergleich mit Elfjährigen und Erwachsenen (David et al., 1986). Bei Hindernissen wie parkenden Fahrzeugen kann die Überblicksgewinnung im Straßenverkehr erschwert sein (Krause in Schlag et al., 2021).

Zwischen sieben und acht Jahren entwickeln Kinder ein ähnliches peripheres Sichtfeld wie Erwachsene (Tschopp et al., 1998). Das periphere Sehen des Kindes ist nun zu 85% ausgebildet (Van der Molen, 2002). Im Straßenverkehr ist die Wahrnehmung von Fahrzeugen, die seitlich herankommen für Kinder im Alter von acht bis neun Jahren auch dann möglich, wenn der Blick geradeaus gerichtet ist (Krause in Schlag et al., 2021).

Mit *zehn bis zwölf Jahren* zeigen Kinder in Standardtestungen des peripheren Sehens gleiche Leistungen wie Erwachsene (Martin, 2010).

Fazit:
Zusammenfassend ist festzuhalten, dass das Beobachtungsfeld bei Vorschulkindern eingeschränkt ist (Richter in Schlag et al., 2021). Das physiologische Gesichtsfeld ist mit sechs Jahren ausgebildet, die Wahrnehmung außerhalb der zentralen Fixation ist jedoch abhängig von der Aufmerksamkeit und der Attraktivität der Reize (Richter in Schlag et al., 2021). Daher ist das Gesichtsfeld kognitiv eingeschränkt (Tschopp et al., 1998). Kinder müssen den Kopf weiter nach hinten drehen und verlieren schneller Dinge vor sich aus dem Blickfeld (Schmied in Schlag et al., 2021). Daher sehen sie Verkehrsteilnehmer ggf. später als ältere Kinder oder Erwachsene (Richter in Schlag et al., 2021). Hinzu kommen mögliche Probleme des Gleichgewichts (Schmied in Schlag et al., 2021). Mit zunehmendem Alter ist die schnellere Erfassung von Autos, die von hinten kommen, möglich (Schmied in Schlag et al., 2021). Auch bei älteren Kindern kann jedoch nicht davon ausgegangen werde, dass herannahende Fahrzeuge oder Fußgänger rechtzeitig wahrgenommen werden (Richter in Schlag et al., 2021). Ohne die seitliche Hinwendung ist das Gesichtsfeld eingeschränkt (Michaelis in Schlag et al., 2021).

2.3 Bewegungswahrnehmung

Zusammenfassung:
Im Straßenverkehr ist zudem die Bewegungswahrnehmung von großer Bedeutung, sowohl die eigene als auch die Fremdwahrnehmung (Richter in Schlag et al., 2021). Dazu gehören andere Verkehrsteilnehmende und Fahrzeuge. In diesem Bereich existieren bisher nur vereinzelte Erkenntnisse, es besteht noch großer Forschungsbedarf. Die Wahrnehmung der Eigenbewegungen wird von Kindern vor allem mit dem Rennen ausgebildet. Sie entwickeln Spaß an Quer- und Längsbeschleunigungen.

Testung:
In Untersuchungen können Kinder im Realverkehr oder in Simulationen befragt werden, ob sich ein Fahrzeug bewegt oder nicht (Krause in Schlag et al., 2021). Die Entwicklung der Fremdwahrnehmung wird näher im Kapitel „Wahrnehmung und Einschätzung der Time to Contact / Arrival (TTC / TTA)“ beschrieben.

Entwicklung:
Zwischen vier und fünf Jahren entwickelt sich die adäquate Bewegungswahrnehmung der Kinder (Michaelis et al., 2004). Eine Unterscheidung zwischen stehendem und rollendem Fahrzeug ist jedoch noch nicht möglich (Limbourg, 1976).

Mit *sechs bis sieben Jahren* haben Kinder noch Probleme, in eine von der Lauftrichtung abweichende Richtung zu schauen (Küting et al., 1979). Bei dem Versuch können Gleichgewichtsprobleme entstehen (Schmied in Schlag et al., 2021).

2.4 Helligkeits-, Farbwahrnehmung und Adaptation

Auch die Helligkeitswahrnehmung, die Farbwahrnehmung und die Adaption, also die Anpassung an die Helligkeitsstufen, spielen im Straßenverkehr eine wichtige Rolle. Auch in diesem Bereich bestehen jedoch bisher kaum empirische Erkenntnisse und es besteht Forschungsbedarf.

Testung:
Zur Untersuchung können Farbtests mit Variationen der Umgebungshelligkeit genutzt werden (Michaelis in Schlag et al., 2021). Außerdem können Entfernungsschätzungsfragen unter unterschiedlichen Umgebungssituationen (z.B. Dunkelheit) gestellt werden in denen bspw. eingeschätzt wird, welches Fahrzeug weiter entfernt ist (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Entwicklung:
Mit *ca. vier Monaten* entspricht die rein physiologische Farbwahrnehmung von Kindern bereits der von Erwachsenen (Kellmann & Arterberry, 2006).

Zwischen vier und fünf Jahren sind die Helligkeits- und Farbwahrnehmung und Adaptation bei über 85% der Kinder ausgebildet (Van der Molen, 1981). Zudem verbessert sich in diesem Altersbereich die Diskrimination von Helligkeiten und Farben (Limbourg, 2008). Eine korrekte Farbbenennung wird nun möglich (Michaelis & Nieman, 2004).

Bis zum Vorschulalter sind die Hell- und Dunkelwahrnehmung sowie die Farbwahrnehmung in der Entwicklungsphase (Kellmann & Arterberry 2006). Bis *zum sechsten Lebensjahr* entwickeln Kinder Fähigkeiten der Farbwahrnehmung, die der von Erwachsenen entsprechen (Kellmann & Arterberry, 2006). Farben werden nun erkannt und unterschieden. Jedoch wird grelles weißes Licht als näher wahrgenommen, farbiges und dunkles Licht als weiter entfernt (Limbourg, 2010). Bei schlechten Sichtverhältnissen wie bspw. Nebel oder Schneefall, oder schlecht beleuchteten Fußgängerüberwegen können Probleme auftreten, einen Überblick über den Straßenverkehr zu gewinnen (Michaelis in Schlag et al., 2021). Zudem kann es zu Fehlern bei der Schätzung von Entfernungen aufgrund der Autofarbe oder Scheinwerferlichtern, in Abhängigkeit vom Umgebungslicht, kommen (Michaelis in Schlag et al., 2021).

2.5 Objekterkennung und -differenzierung, Objekt- und Größenkonstanz

Zusammenfassung:
Die Objekterkennung und -differenzierung ist ein lang andauernder Entwicklungsprozess, der stark erfahrungsbasiert ist. Das Erkennen und Unterscheiden von Objekten gelingt jedoch bereits im Kleinkindalter (Michaelis in Schlag et al., 2021). Im Straßenverkehr ist es sehr wichtig, verschiedene Objekte erkennen, zu differenzieren und einschätzen zu können.

Testung:
Zur Testung der Größenkonstanz kann man Kindern Bilder von Fahrzeugen zeigen, die unterschiedlich weit entfernt sind und kann sie befragen, welche Fahrzeuge kleiner, größer oder gleich groß sind (Michaelis in Schlag et al., 2021). Zudem werden Größenvergleiche von Objekten unterschiedlicher Entfernung durchgeführt (Krause in Schlag et al., 2021). Dabei wird die Größe von Objekten unterschiedlicher Entfernungen zu einer Referenzgröße, wie bspw. der eigenen Körpergröße, geschätzt (Krause in Schlag et al., 2021).

Entwicklung:
Bereits *bis zum sechsten Lebensjahr* können Kinder bekannte Objekte unabhängig von ihrer Lage im Raum wiedererkennen und zunehmend differenzieren (Beller, 2016). Damit werden auch verkehrsrelevante Objekte, wie bspw. Verkehrszeichen oder Fahrzeuge erkannt und unterschieden (Krause in Schlag et al., 2021). Auch verschiedene Fahrzeugarten aus mehreren Perspektiven (z.B. frontal oder seitlich) können erkannt werden (Krause in Schlag et al., 2021). Diese können mit verschiedenen Merkmalen, wie Geschwindigkeiten verknüpft werden (Krause in Schlag et al., 2021).

Zwischen sechs und sieben Jahren entwickelt sich die Differenzierung und Erkennung von Objekten weiter (Uhr, 2015). Verschiedene Ausführungen von Objekten können nun erkannt und unterschieden werden (Uhr, 2015).

Mit *acht bis neun Jahren* verfügen Kinder über ein räumliches Vorstellungsvermögen und können Proportionen und Entfernungen im Raum zeichnerisch darstellen (Beller, 2016). Die Kinder schätzen jedoch die Größe von Objekten noch nicht akkurat ein und unterschätzen Objektgrößen (Schneider & Lindenberger, 2012). Im Straßenverkehr werden dadurch weiter entfernte Fahrzeuge kleiner eingeschätzt und nahe Objekte größer (Krause in Schlag et al., 2021). Dies ist relevant für die Entfernungseinschätzung und für die Time to Contact / Arrival (TTC / TTA), die an späterer Stelle diskutiert wird (Michaelis in Schlag et al., 2021). Es kann zu Fehleinschätzungen der Geschwindigkeiten kommen (Michaelis in Schlag et al., 2021).

2.6 Tiefenwahrnehmung und räumliches Sehen

Eng verbunden mit der Objekt- und Größenkonstanz sind die Tiefenwahrnehmung und das räumliche Sehen. Diese Bereiche der Sehfähigkeiten sind im Straßenverkehr notwendig, um Entfernungen und Geschwindigkeiten einschätzen zu können (Schmied in Schlag et al., 2021). Die Tiefenwahrnehmung bildet die Voraussetzung für das Schätzen von Entfernungen und der Lagebeziehung von Objekten, wie Fahrzeugen, Verkehrsteilnehmenden oder anderer Objekte im Querungsbereich (Michaelis in Schlag et al., 2021). In der kindlichen Entwicklung sind diese Fähigkeiten erst im Alter von neun Jahren vollständig ausgeprägt (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Testung:
Sie werden mit Hilfe von Stereotests für räumliches Sehen überprüft (Michaelis in Schlag et al., 2021). Dazu kann der Lang-Test verwendet werden, bei dem Kindern drei unterschiedliche Prüfbilder vorgelegt werden (Lang, 1982). Zwei davon können nur durch räumliche Sehfähigkeiten erkannt werden. Die einzelnen Bildpunkte sind genau um einen kleinen Winkel herum versetzt dargestellt. Dadurch werden die Objekte als nach vorn oder hinten versetzt wahrgenommen und somit räumlich empfunden (Lang, 1982). Der Titmus-Test, der auch Stereotest Hausfliege genannt wird, misst das räumliche Sehen mit Hilfe unterschiedlich tiefer Testbilder und unter Verwendung einer Polarisationsbrille (Vogt, 2010). So können die unterschiedlichen Stufen der Tiefenwahrnehmung erhoben werden.

Entwicklung:
Räumliches Sehen ist für Kinder bereits *unter drei Jahren* möglich (Gibson & Walk, 1960). Ab dem Alter von fünf Monaten erfolgt die Verarbeitung von Tiefeninformationen bereits in zweidimensionalen Bildern (Pieper, 1990). Die Wahrnehmung von Tiefe entwickelt sich im ersten Lebensjahr (Gibson & Walk, 1960). Somit können im Straßenverkehr Umgebungen im Bereich des Fußgängerüberweges als Raum erkannt werden (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Zwischen vier und fünf Jahren befindet sich die perspektivische Tiefenwahrnehmung in der Entwicklung (Warwitz, 2009).

Mit *sechs bis sieben Jahren* entwickelt sich das Verständnis räumlicher Relationen (Van der Molen, 1981). Die Tiefenwahrnehmung verbessert sich in diesem Altersbereich leicht (Uhr, 2015). Damit werden genauere Schätzungen der Entfernung von Fahrzeugen oder anderen Straßenseiten möglich (Michaelis in Schlag et al., 2021). Kinder verlassen sich jedoch beim Überqueren der Fahrbahn eher auf die Entfernung des herankommenden Fahrzeuges, anstatt auf die Geschwindigkeit des Fahrzeuges (Connelly et al., 1998).

Mit *acht bis neun Jahren* ist die Tiefenschärfewahrnehmung voll ausgebildet (Limbourg, 1976).

2.7 Visuelle Suche

Zusammenfassung:
Unter der visuellen Suche wird die Wahrnehmungs- und Aufmerksamkeitslenkung auf bedeutsame Zielreize verstanden (Wühr, 2020). Vor allem bei mehreren komplexen Reizen, wie sie im Straßenverkehr vorhanden sein können, kann dies anspruchsvoll sein. Bei jüngeren Kindern zeigt sich eine eher unsystematische Suche, die später durch Erwartungen geleitet wird (Schlag & Richter in Schlag et al., 2021). Die Erwartungsbildung entsteht in einem Lernprozess, der auf Erfahrungen beruht (Schlag & Richter in Schlag et al., 2021). Im Straßenverkehr schauen Kinder in der Querungsvorbereitung intensiver nach beiden Seiten als Erwachsene, was ein Hinweis auf stereotypes Verhalten sein kann (Röttjer, 2017). Mit zunehmendem Alter verbessert sich die visuelle Suche bei Kindern und die Suchvorgänge werden schneller (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Testung:
Die Fähigkeiten zur visuellen Suche können mittels Erhebung der Augenbewegungen unter Verwendung von Eyetracking-Systemen erhoben werden (Krause in Schlag et al., 2021). Dabei werden Suchbilder oder Videos verwendet und die Suchzeit erfasst. So lässt sich bspw. überprüfen, ob die visuelle Suche fortgesetzt wird, nachdem ein Auto vorbeigefahren ist (Schlag & Richter in Schlag et al., 2021).

Entwicklung:
Mit *vier bis fünf Jahren* ist die Fähigkeit zur visuellen Suche bei ca. 50% der Kinder gut ausgebildet (Van der Molen, 1981). Allerdings werden Sichtbehinderungen noch nicht als Gefahr wahrgenommen (Thomson, 1997). Die visuelle Suche und Orientierung erfolgt oftmals noch in die falsche Richtung und nicht nochmals bei zweistreifigen Straßen (Zeedyk et al., 2002). Bei jüngeren Kindern ist die visuelle Suche zudem noch deutlich langsamer und weniger erschöpfend als bei älteren Kindern oder Erwachsenen (Whitebread & Neilson, 2000) und die Verkehrsüberblickgewinnung dadurch erschwert (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Bei Kindern im Alter von *sechs Jahren* ist die visuelle Sensitivität nahezu auf dem Niveau von Erwachsenen (Tschopp et al., 1999). Die visuelle Aufmerksamkeit ist jedoch häufig auf andere, irrelevante Reize gerichtet (Krause in Schlag et al., 2021). Die physiologischen Voraussetzungen zur visuellen Suche sind somit zwar vorhanden, können aber noch nicht effizient genutzt werden (Krause in Schlag et al., 2021). Im Straßenverkehr werden mögliche Gefahren für Straßenquerungen nicht oder nicht rechtzeitig wahrgenommen (Krause in Schlag et al., 2021). Kinder fixieren für die Querung irrelevante Reize und ihre Überblicksgewinnung erfolgt langsam und unvollständig (Krause in Schlag et al., 2021).

Zwischen sechs und sieben Jahren erfolgt oft noch keine effiziente visuelle Suche, da die Kinder keine ausreichende Abstraktionsfähigkeit und somit Vorstellung von

potenziellen Gefahren haben (Barton, 2006). Dabei ist es wesentlich für die Gefahreneinschätzung im Straßenverkehr, ob Fahrzeuge zu sehen sind (Ampofo-Boateng & Thomson, 1991). Das Sicherungsverhalten ist eingeschränkt und störbar. Die Querungsentscheidungen werden häufig nur nach Sichtbarkeit getroffen während Sichthindernisse sowie Unübersichtlichkeit nicht beachtet werden (Ampofo-Boateng & Thomson, 1991). Die Orientierung der Kinder dieser Altersspanne erfolgt hauptsächlich an der Gehwegkante ohne weitere Orientierung (Limbourg, 1976).

Die visuellen Suchstrategien verbessern sich mit *sieben bis acht Jahren* (Whitebread & Neilson, 2000). Die Blickrichtungen werden genauer, die Aufmerksamkeitszuwendung steigt und die Blickdauer wird kürzer (Whitebread & Neilson, 2000). Dadurch, dass eine schnellere Sichtung des Straßenverkehrs möglich wird, werden die für eine Querung relevanten Reize nun wahrgenommen (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Mit *acht bis neun Jahren* erfolgt die Orientierung an der Gehwegkante und Sichtlinie (Limbourg, 1976). Bereits 43% der Kinder in diesem Alter zeigen eine verkehrsbezogene Orientierung (Günther & Limbourg, 1976). Die Suchstrategien werden effektiver und eine schnellere und erschöpfende visuelle Suche sowie das Fixieren relevanter Reize wird möglich (Whitebread & Neilson, 2000). Eine Fixation auf verkehrsrelevante Reize gelingt somit auch (Whitebread & Neilson, 2000). Das gesamte Querungsumfeld kann zügig visuell erfasst und mögliche Gefahren (insofern diese sichtbar sind) wahrgenommen werden (Krause in Schlag et al., 2021). Das richtige Blickverhalten (links - rechts – links) ermöglicht eine schnelle Sichtung des Verkehrs und die für Querungen relevante Reize werden von Kindern wahrgenommen (Krause in Schlag et al., 2021).

2.8 Schätzen von Entfernungen

Zusammenfassung:
Durch falsche Geschwindigkeits- und Entfernungseinschätzung können gefährliche Situationen im Straßenverkehr entstehen. Zum Beispiel kann es durch falsche Einschätzungen anderer Fahrzeuge zu unsicheren Abbiegesituationen mit dem Fahrrad kommen (Schmied in Schlag et al., 2021). Die Entwicklung der entsprechenden Kompetenzen ist daher von großer Bedeutung. In der Entscheidung, welche Lücke bei der Straßenquerung akzeptiert wird, berücksichtigen Kinder noch zu wenig die Geschwindigkeit der Fahrzeuge, was zur Akzeptanz kleiner Lücken oder zu Ängstlichkeit führt (Connelly et al., 1998; Michaelis in Schlag et al., 2021). Jüngere Kinder warten eher auf unnötig große Lücken, unabhängig von der Geschwindigkeit der nähernden Fahrzeuge.

Testung:
Da beim Schätzen von Entfernungen mehrere kognitive Kompetenzen zusammenspielen, gestaltet sich die Überprüfung schwierig (Schmied in Schlag et al., 2021). Um die Fähigkeiten zur Entfernungsschätzung zu erheben, können Schätzaufgaben in Labortestungen mit videobasierten Simulationen verwendet werden (Michaelis in

Schlag et al., 2021). Dabei wird erfragt, wie weit ein Fahrzeug entfernt ist oder ob der Abstand groß genug für eine Überquerung der Straße ist (Krause in Schlag et al., 2021). Die Entfernungen und Geschwindigkeiten können dabei variiert werden und die Komplexität dem Alter angepasst werden (Schmied in Schlag et al., 2021). Dabei spielen auch die Kompetenzen der Gefahrenkognition und der Geschwindigkeitsschätzung eine Rolle (Krause in Schlag et al., 2021).

Entwicklung:
Zwischen *vier und fünf Jahren* können weniger als die Hälfte der Kinder Entfernungen schätzen (Van der Molen, 1981). Es werden eher räumliche statt zeitlicher Lücken zur Straßenquerung gewählt (Connelly et al., 1998).

Bei Kindern *bis sechs Jahren* ist das Konzept von Entfernungen noch nicht ausgebildet (Matsuda, 1996). Es besteht eine Tendenz zur konservativen Einschätzung der Entfernung (Connelly et al., 1998). Dadurch können Entfernungen im Straßenverkehr nicht zuverlässig bestimmt werden (Krause in Schlag et al., 2021). Bei der Einschätzung eines ausreichend großen Abstandes zur Querung unterschätzen Kinder Distanzen tendenziell (Krause in Schlag et al., 2021). Durch Fehleinschätzungen der Entfernungen ist ein sicheres Queren nicht möglich (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Mit *sechs bis sieben Jahren* können 50 bis 85% der Kinder Entfernungen abschätzen (Van der Molen, 1981). Sie zeigen jedoch mehr Unsicherheiten als Erwachsene (Zwahlen, 1975). Die Entfernungsschätzungen verbessern sich bei Kindern etwas schneller als die Geschwindigkeitsschätzung (Matsuda, 1996). Damit werden die Einschätzungen von Abständen im Straßenverkehr etwas genauer (Krause in Schlag et al., 2021). Kinder in diesem Alter verlassen sich beim Überqueren der Fahrbahn noch eher auf die Entfernung des Fahrzeuges, anstatt auf die Geschwindigkeit des herankommenden Fahrzeuges (Connelly et al., 1998).

Zwischen *acht und neun Jahren* sind über 85% der Kinder in der Lage, Entfernungen einzuschätzen (Van der Molen, 1981). Sie zeigen die Tendenz einer liberaleren Entfernungseinschätzung im Vergleich zu fünf- bis sechsjährigen Kindern (Connelly et al., 1998). Es werden immer noch häufig die räumlichen Lücken und nicht die Zeitlücken gewählt (Connelly et al., 1998). Bis zum Alter von zehn Jahren richten sich Kindern bei Querungen nach der Distanz und nicht nach der Geschwindigkeit der Fahrzeuge (Walter et al., 2012). In Querungsentscheidungen neigen Kinder eher dazu, Distanzen bei Einschätzungen eines ausreichend großen Abstandes zu überschätzen (Krause in Schlag et al., 2021).

Mit *zehn bis elf Jahren* verfügen Kinder über eine adäquate Entfernungseinschätzung (Michaelis & Niemann, 2004). Diese trägt dazu bei, sicherere Abbiegeentscheidungen zu treffen (Schmied in Schlag et al., 2021). Dennoch können Kinder mögliche Kollisionen schwerer abschätzen als Erwachsene (Schmied in Schlag et al., 2021).

Fazit:
Zusammenfassend entwickeln sich die Fähigkeiten zur Entfernungseinschätzungen eher als die zum Schätzen von Geschwindigkeiten (Vinje, 1981). Jüngere Kinder können allerdings kaum Entfernungen einschätzen, da die Tiefenwahrnehmung erst mit ca. neun Jahren vollständig ausgebildet ist (Limbourg, 1995).

2.9 Schätzen von Geschwindigkeiten

Zusammenfassung:
Auch die Fähigkeit, Geschwindigkeiten einzuschätzen, nimmt eine große Bedeutung in der Verkehrssicherheit ein und ist eine wichtige Voraussetzung für Querungsentscheidungen (Michaelis in Schlag et al., 2021). Durch Fehleinschätzungen der Geschwindigkeit können zudem gefährliche Situationen beim Abbiegen entstehen (Schmied in Schlag et al., 2021). Teilweise verfügen Kinder über einen unrealistischen Zeitbegriff, der sich erst im Zusammenhang mit der Theory of mind, also der Fähigkeit, die Gedanken anderer nachzuvollziehen, entwickelt (Sodian et al., 2012). Mit steigendem Alter können Kinder zunehmend Informationen aus verschiedenen Richtungen wahrnehmen und somit Gefahren besser einschätzen (Schmied in Schlag et al., 2021). Sie haben aber auch mit 14 Jahren teilweise noch Schwierigkeiten, Geschwindigkeiten sich nähernder Fahrzeuge einzuschätzen (van der Meer et al., 2020). Vor allem wenn Fahrzeuge von rechts kommen, ist eine höhere kognitive Leistung erforderlich (van der Meer et al., 2020).

Testung:
Zur Testung der Geschwindigkeitsschätzung können Geschwindigkeitsvergleiche nacheinander präsentierter Videos von Fahrzeugen durchgeführt werden (Krause in Schlag et al., 2021). Dabei wird erfragt, welches Fahrzeug schneller fuhr und es wird eingeschätzt, ob das gesehene Fahrzeug die zulässige Höchstgeschwindigkeit überschritten hat (Krause in Schlag et al., 2021). Dies ist auch im Realverkehr möglich (Krause in Schlag et al., 2021). Kinder können zudem anhand von Simulationen oder in gesicherten Umgebungen Querungsentscheidungen vor Fahrzeugen treffen, die sich mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten nähern (van der Meer et al., 2020).

Entwicklung:
Kinder im Alter von *vier bis fünf Jahren* können Geschwindigkeiten noch nicht einschätzen (Günther & Limbourg, 1976) und damit sowohl die Eigen- als auch die Fremdgeschwindigkeit nicht richtig abschätzen (Wann et al., 1993). So wird im Straßenverkehr die Geschwindigkeit sich nähernder Fahrzeuge bei der Beurteilung der Querungsmöglichkeit nicht berücksichtigt oder falsch eingeschätzt (sowohl unter- als auch überschätzt). In der Folge ist keine sichere Querung möglich (Krause in Schlag et al., 2021). Zum Teil können Querungen erfolgen, obwohl das herankommende Fahrzeug zu schnell ist (Michaelis in Schlag et al., 2021). Es erfolgt kein Blickkontakt mit anderen Verkehrsteilnehmern (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Mit *sechs bis sieben Jahren* gelingt 50 bis 85% der Kinder die Geschwindigkeitseinschätzung (Van der Molen, 1981), aber nur 32% korrekt (Günther & Limbourg, 1976). Kinder haben noch Schwierigkeiten beim gleichzeitigen Interpretieren von Geschwindigkeit und Richtung (Joly et al., 1991). Daraus können im Straßenverkehr riskante Querungssituationen resultieren (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Zwischen acht und neun Jahren gelingt über 85% der Kinder die Geschwindigkeitseinschätzung (Van der Molen, 1981), aber nur 32% korrekt (Günther & Limbourg, 1976). Insbesondere für Geschwindigkeiten über 50 km/h sind die Schätzungen ungenau (Connelly et al., 1998). Höhere Geschwindigkeiten werden unterschätzt und es besteht die Gefahr der Kollision (Krause in Schlag et al., 2021). In diesem Altersabschnitt kommt es jedoch zu Verbesserungen hinsichtlich des Blickverhaltens und visueller Suchstrategien im Verkehrsraum (Whitebread & Neilson, 2000). Außerdem finden häufigere Richtungsänderungen in der visuellen Aufmerksamkeit statt und eine verkürzte Blickdauer in eine Richtung ist zu bemerken (Whitebread & Neilson, 2000). Die Querungsentscheidungen sind dennoch riskant (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Im Altersbereich von *zehn bis 14 Jahren* können Kinder besser ihre eigene Bewegung im Verhältnis zu anderen Objekten abstimmen (Plumert et al. 2011). Mit zehn bis elf Jahren ist eine adäquate Geschwindigkeitseinschätzung möglich (Michaelis & Niemann, 2004). Die Querungsentscheidungen vor sich nähernden Fahrzeugen sind jedoch auch mit 14 Jahren noch nicht fehlerfrei (van der Meer et al., 2020). Vor allem wenn Fahrzeuge von rechts kommen, treffen auch 13- bis 14jährige Kinder noch Querungsentscheidungen, die riskant sind oder im Realverkehr zu Kollisionen geführt hätten (van der Meer et al., 2020).

Fazit:
Zusammenfassend ist die korrekte Einschätzung von Geschwindigkeiten für jüngere Kinder problembehaftet (Wann et al., 1993). Das Schätzen der Geschwindigkeit entwickelt sich zudem später als das Schätzen von Entfernungen (Vinje, 1981). Ab dem zehnten Lebensjahr werden Geschwindigkeiten zunehmend richtig eingeordnet, die Geschwindigkeitseinschätzung bleibt jedoch auch für ältere Kinder problematisch (Schmied in Schlag et al., 2021). Auch mit 14 Jahren haben Kinder noch Schwierigkeiten, angemessene Querungsentscheidungen zu treffen (van der Meer et al., 2020).

2.10 Wahrnehmung und Einschätzung der Time to Contact / Arrival (TTC / TTA)

Zusammenfassung:
Für die sichere Teilnahme am Straßenverkehr ist es besonders wichtig, richtige Entscheidung zu treffen, wann die Straße bei fließendem Verkehr zu überqueren ist. Dazu werden die Lücken zwischen Fahrzeugen abgeschätzt und eine Entscheidung

getroffen, die Lücke anzunehmen. Diese Lückenannahme wird als „gap acceptance“ bezeichnet. Zu diesem Zweck werden die Entfernungs- und Geschwindigkeitsschätzung entscheidungsorientiert miteinander verbunden. Die Zeit bis zu einem möglichen Zusammenstoß, die Time to Contact (TTC) und die Zeit, zu der ein Fahrzeug einen Punkt erreicht, die Time to Arrival (TTA), werden dabei abgeschätzt. Die kindliche Entwicklung der korrekten Einschätzung der TTC und TTA sind trotz ihrer hohen Bedeutung bisher kaum erforscht. Um ein sicheres Querungsverhalten zu fördern und zu gewährleisten, sind weitere Analysen der TTA und TTC notwendig.

Testung:
Die TTC und TTA lassen sich mit Hilfe von Querungsentscheidungen bei herannahenden Fahrzeugen erheben. In Laborstudien können Videosequenzen gezeigt werden, in denen sich ein Fahrzeug nähert (Hoffmann, Payne & Prescott, 1980). Diese werden ausgeblendet und erfragt, wann das Fahrzeug auf der eigenen Höhe ist. Unter Verwendung von Videosequenzen kann man zudem Querungsentschlüsse und Lückenprüfungen bei Kindern erfragen (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Entwicklung:
Kinder *unter sechs Jahren* können die TTA noch nicht einschätzen (Hoffmann et al., 1980). Zeit, Geschwindigkeit und Entfernung werden als eine Einheit und nicht als sich gegenseitig beeinflussende Variablen verstanden (Matsuda, 2001). Kinder zwischen vier und fünf Jahren konzentrieren sich ausschließlich auf die räumliche Distanz herannahender Fahrzeuge und bei Querungen werden ausschließlich räumliche Lücken beachtet (Barton & Schwebel, 2007). Somit können Kinder nicht einschätzen, wann ein sich näherndes Fahrzeug auf der eigenen Höhe ist und sind unfähig, alle notwendigen Informationen zu integrieren, wie die Distanz zum Fahrzeug und zur gegenüberliegenden Straßenseite sowie die eigene Geschwindigkeit und die des Fahrzeugs (Krause in Schlag et al., 2021). Demnach wird auch die TTC- und TTA-Einschätzung der Fahrzeuge nicht einbezogen und es kommt zu riskantem und gefährlichem Querungsverhalten (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Mit *sechs bis sieben Jahren* wird die TTA von Kindern noch unterschätzt, aber die Schätzungen werden zunehmend genauer (Hoffmann et al., 1980). Im Straßenverkehr werden für die Querung ausreichend große Lücken noch nicht genutzt und größeren Lücken bevorzugt (Krause in Schlag et al., 2021).

Mit *acht bis neun Jahren* können Kinder Distanz und Geschwindigkeit noch nicht in ein gemeinsames Konzept integrieren, es fehlt das Verständnis, dass sich diese gegenseitig beeinflussen (Rosenbloom et al., 2008). Kinder unterschätzen die TTA. Eine Verbesserung gegenüber jüngeren Kindern wird zwar erreicht, das Niveau von Erwachsenen jedoch noch nicht (Hoffmann et al., 1980). Hinsichtlich der Einschätzung akustischer TTA findet eine Verbesserung statt (Barton et al., 2013). In diesem Alter treffen Kinder noch gefährliche Querungsentscheidungen, da häufig noch die räumliche Lücke und nicht die Geschwindigkeit oder TTC Entscheidungsgrundlage

ist (Connelly et al., 1998). Dies ist besonders bei Geschwindigkeiten über 50 km/h der Fall (Connelly et al., 1998).

In einer Studie, in der Kinder anhand eines Zeichentrickfilms einschätzen sollten, welcher Vogel früher ein Ziel erreicht, zeigte sich, dass die Leistungen der Kinder zwischen *neun und zehn Jahren* der von Erwachsenen entsprach (Kesharvas et al., 2010). War jedoch der Vogel früher am Ziel, der sich zu Beginn weiter hinten befand, konnten nur Erwachsene ihre Leistung halten (Kesharvas et al., 2010). Die Schätzungen der Kinder basieren offenbar eher auf Entfernungen anstatt Geschwindigkeiten (Kesharvas et al., 2010).

Mit *zehn bis elf Jahren* akzeptieren Kinder mit dem Fahrrad variable Zeitlücken bereits wie Erwachsene und größere Lücken bei höherer Geschwindigkeit (Plumert et al, 2004). Es bestehen jedoch Probleme bei der Einschätzung der TTA, Kinder fahren später los und die Querung dauert länger als bei Erwachsenen (Plumert et al, 2004). Die TTA wird noch unterschätzt (Hoffmann et al., 1980).

Fazit:
Zusammenfassend ist festzuhalten, dass bisher leider wenig empirische Ergebnisse betrachtet werden können, aber angenommen werden kann, dass die Fähigkeit zur Schätzung der TTC und TTA bei Kindern bis zwölf Jahren noch nicht ausgeprägt ist (Michaelis in Schlag et al., 2021).

2.11 Fazit und Ausblick

Die Physiologie der Sehfähigkeiten ist bei Kindern relativ früh entwickelt. Für die Bewertung der Sinneseindrücke sind jedoch Lern- und Erfahrungsprozesse notwendig. Kinder sind noch in hohem Maße ablenkbar und ihre Fähigkeiten zum Multitasking und der Inhibitionskontrolle noch nicht vollständig entwickelt (siehe Kap. „Exekutiven Funktionen“;). Im Straßenverkehr ist daher nicht immer rationales und geplantes Handeln zu erwarten. Bestehende Interaktionen zwischen den Kompetenzbereichen müssen zudem bei der Bewertung des Entwicklungsstandes berücksichtigt werden (Krause in Schlag et al. 2021. Gefahren im Straßenverkehr können bspw. nur dann adäquat eingeschätzt werden, wenn die Kompetenzen zur Abstands- und Geschwindigkeitseinschätzung schon weitgehend ausgebildet sind (Connelly et al., 1998). Diese setzen wiederum ausgeprägte Wahrnehmungs- und Informationsverarbeitungskompetenzen voraus (Trifunović et al., 2017). Aufgrund der Interaktionen der Kompetenzen ist es möglich, Defizite einer Fähigkeit durch andere zu kompensieren und Aufgaben dadurch erfolgreich zu bewältigen (Krause in Schlag et al., 2021). In Straßenquerungssituationen können bspw. unzureichende Entfernungsschätzungen durch eine ausgeprägte Gefahrenkognition kompensiert werden (Krause in Schlag et al., 2021). Kinder akzeptieren dann nur große Lücken zum Queren (Krause in Schlag et al., 2021). Eine Betrachtung dieser komplexen Verhaltensweisen erscheint vor

diesem Hintergrund sinnvoll und ist in zukünftigen Untersuchungen einzubeziehen (Krause in Schlag et al., 2021).

Festzuhalten ist, dass zwar empirisch begründete Aussagen über die visuellen Kompetenzen im physiologischen Sinne getroffen werden können, die Pragmatik und Semantik derer jedoch in zukünftigen Untersuchungen eingehender zu betrachten ist. Insbesondere für die Einbindung in die Verkehrserziehung sind psychologische Entwicklungsschritte der Sehfähigkeiten von Bedeutung. Zu untersuchen ist, ab wann die Sinneseindrücke verstanden, interpretiert und entsprechende Handlungen abgeleitet werden und wann dies noch nicht möglich ist. Neben expliziten visuellen Reizen spielen dabei auch implizite Kommunikationsarten zwischen Verkehrsteilnehmenden eine Rolle. Auch Zusammenhänge zu den Kompetenzbereichen der kognitiven Funktionen (insb. Gefahrenkognition), Aufmerksamkeit sowie sozialen Kompetenzen (insb. Kommunikationsfähigkeit) müssen einbezogen werden. Die Entwicklung der Einschätzung der Time to Contact (TTC) bzw. Time to Arrival (TTA) sind bisher kaum Gegenstand der Forschung, können jedoch neue Konzepte der Geschwindigkeits- und Entfernungsschätzung implizieren und die Verkehrspädagogik unterstützen. Dazu müssen bestehende Unterschiede zu Erwachsenen betrachtet werden und Faktoren untersucht werden, die die Verkehrssicherheit erhöhen und im Rahmen der Verkehrserziehung gefördert werden können.

Tabelle 1: Sehen

Kompetenz	bis 3 Jahre	4 / 5 Jahre	6 / 7 Jahre	8 / 9 Jahre	10 / 11 Jahre
Sehen	Physiologisch existieren bei Kindern gute Voraussetzungen, sie sind jedoch hinsichtlich der Bedeutung unerfahren. Für die Psychologie des Sehens lassen sich weniger empirisch gut begründete Aussagen treffen als für die Physiologie. So können vergleichsweise sichere Aussagen zur Entwicklung der Sehschärfe im Kindesalter getroffen werden, während es unsicherer ist, wann das scharf Gesehene richtig aufgefasst wird (Semantik) und zu angemessenen Handlungen (Pragmatik) führt. Fast alle Teilbereiche der Entwicklung des Sehens unterliegen zudem einer ausgeprägten Varianz, so dass die Angabe von Altersspannen angemessener ist als genaue Altersgrenzen.				
Sehschärfe, Akkommodation, Kontrast-empfindlichkeit	Sehschärfe physiologisch voll entwickelt	Begrenzte Akkommodationsfähigkeit		Kontrastempfindlichkeit noch nicht voll ausgebildet	
Periphere Wahrnehmung/ Gesichtsfeld	Physiologisch wie Erwachsene, aber kognitive Verarbeitung noch nicht gegeben	Mögliche Gesichtsfeld-Einschränkung, Hinweis auf kognitive Einschränkung, Objekte, die von der Seite kommen, werden später erkannt	Voll entwickelt, aber längere Reaktionszeit auf periphere Reize, langsamere Verarbeitung	Ähnliches peripheres Sichtfeld wie Erwachsene	Ausgebildet wie bei Erwachsenen
Bewegungs-wahrnehmung		Adäquate Bewegungswahrnehmung, aber keine Unterscheidung, ob Fahrzeug steht oder fährt	Probleme, in eine von der Laufrichtung abweichende Richtung zu schauen, bei Versuch Gleichgewichtsprobleme		
Helligkeits-, Farbwahnehmung und Adaption	Physiologische Farbwahrnehmung wie Erwachsene	Diskrimination von Helligkeiten und Farben verbessert sich, korrekte Farbbenennung möglich	Erkennen und unterscheiden Farben wie Erwachsene		
Objekterkennung und Objekt-differenzierung, Objekt- und Größenkonstanz		Zunehmende Objektdifferenzierung, Wiedererkennen bekannter Objekte unabhängig von ihrer Lage im Raum	Objekterkennung und -differenzierung verbessert sich, Unterscheiden und Erkennen von Objekten	Differenzierung gelingt; aber Größe von Objekten kann nicht akkurat eingeschätzt werden, nähere Dinge werden als größer und weiter entfernte Dinge als kleiner eingeschätzt	

Kompetenz	bis 3 Jahre	4 / 5 Jahre	6 / 7 Jahre	8 / 9 Jahre	10 / 11 Jahre
Tiefenwahrnehmung, räumliches Sehen	Wahrnehmung von Tiefe bereits im ersten Lebensjahr entwickelt	Perspektivische Tiefenwahrnehmung ist in Entwicklung	Mehrheit verfügt über Verständnis räumlicher Relationen (50 – 85%)	Tiefenschärfe-Wahrnehmung voll ausgebildet	
Visuelle Suche	Deutlich langsamer als bei älteren Kindern	Orientierung oftmals noch in die falsche Richtung und nicht nochmals bei zweistreifigen Straßen, Sichtbehinderungen werden noch nicht als Gefahr wahrgenommen, visuelle Aufmerksamkeit häufig auf andere/irrelevante Aspekte gerichtet, visuelle Suche deutlich langsamer und weniger erschöpfend	Oft keine effiziente visuelle Suche da keine Vorstellung von potenziellen Gefahren, Querungsentscheidung häufig nur nach Sichtbarkeit, Nichtbeachten von Sichthindernissen	Visuelle Suchstrategien verbessern sich (Blickrichtungen, Aufmerksamkeitszuwendung, kürzere Blickdauer), Orientierung an Gehwegkante und Sichtlinie, visuelle Suchstrategien deutlich effektiver: schnellere und erschöpfende visuelle Suche, fixieren relevanter Reize	
Schätzen von Entfernungen	Konzept von Entfernungen noch nicht ausgebildet	Entfernungen können nicht zuverlässig bestimmt werden, es werden räumliche Lücken beachtet anstatt Zeitlücken oder TTC, Unterschätzung von Distanzen	Mehrheit der Kinder dazu in der Lage (50 - 85%), mehr Unsicherheit als bei Erwachsenen, Entfernungsschätzungen verbessern sich etwas schneller als Geschwindigkeitsschätzungen	Die meisten Kinder sind dazu in der Lage (>85%), aber noch ungenau, eher Beachtung räumlicher Lücken und nicht Zeitlücken oder TTC, richten sich bei Querung eher nach Distanz und nicht nach Geschwindigkeit der Fahrzeuge	Adäquate Entfernungseinschätzung
Schätzen von Geschwindigkeiten	Schätzen von Geschwindigkeiten misslingt	ungenaue und inkonsistente Schätzung von Geschwindigkeiten, unzureichende Abschätzung der Eigen- und Fremdgeschwindigkeit	Schwierigkeiten beim Interpretieren von Geschwindigkeit und Richtung, Mehrheit der Kinder gelingt es (50 - 85%), aber noch Fehler möglich	Den meisten Kindern gelingt es (> 85%), aber noch Fehler möglich, Schätzungen für Geschwindigkeiten > 50 km/h ungenau	Geschwindigkeiten werden zunehmend richtig eingeschätzt

Kompetenz	bis 3 Jahre	4 / 5 Jahre	6 / 7 Jahre	8 / 9 Jahre	10 / 11 Jahre
Wahrnehmung und Einschätzung der Time to Contact/Arrival (TTC/TTA)/ Safety Margin	Unfähigkeit zur Einschätzung der TTA	konzentrieren sich nur auf räumliche Distanz, nicht auf Geschwindigkeit oder TTC; Zeit, Geschwindigkeit und Entfernung werden als eine Einheit und nicht als sich gegenseitig beeinflussende Variablen verstanden	Unterschätzung der TTA aber zunehmend genauere Schätzung	verbinden Geschwindigkeit, Entfernung und Beschleunigung zu einem Konzept, häufig ist die räumliche Lücke und nicht die Geschwindigkeit oder TTC Entscheidungsgrundlage, Geschwindigkeiten und Distanzen können noch nicht integriert werden	Akzeptanz variabler Zeitlücken wie Erwachsene, aber Probleme bei der Einschätzung der TTA (Unterschätzung), Querung dauert länger
Straßenverkehr	Kinder können schon früh Fahrzeuge in nah und fern scharf sehen. Bei Dunkelheit oder Nebel haben sie jedoch Schwierigkeiten, den Verkehr zu überblicken. Im Straßenverkehr können die Sehfähigkeiten zusätzlich durch Ablenkungen beeinflusst sein, so dass Kinder irrelevante Reize beachten. Fahrzeuge oder Personen, die sich nicht im direkten Blickfeld befinden, sondern von der Seite kommen, werden erst mit zehn bis elf Jahren wie von Erwachsenen wahrgenommen. Kinder können Entfernungen von Fahrzeugen früher einschätzen als deren Geschwindigkeiten. Anhand dessen zu entscheiden, wann sie vor einem Fahrzeug die Straße überqueren können, fällt aber auch älteren Kindern noch schwer.				

3 Hören

Zusammenfassung:
Auch für das Hören gilt, wie für das Sehen, dass physiologische Voraussetzungen bei Kindern früh ausgeprägt sind. Um das Wahrgenommene einzuordnen und zu bewerten sind jedoch Erfahrungen und Lernprozesse notwendig. Kinder sind zudem leicht ablenkbar, was vor allem im Straßenverkehr der Sicherheit entgegenstehen kann, auch, wenn die auditiven Kompetenzen ausgebildet sind. Diese Ablenkung betrifft vor allem die Differenzierung und Ortung von Geräuschen.

Insbesondere für die ungeschützte Verkehrsteilnahme, wie mit dem Fahrrad oder zu Fuß ist es bedeutsam, das Verkehrsgeschehen auditiv zu erfassen. Dazu müssen Lautstärken und Tonhöhen differenziert werden und Geräusche unterschieden und geortet werden. Im Straßenverkehr ergänzen sich das Sehen und Hören und sichern sich ab. Insbesondere bei Straßenquerungen und der Einordnung spezifischer auditiver Signale als Gefahrensignale ist die auditive Kontrolle bedeutsam. Zur Orientierung nutzen erfahrenen Fußgänger jedoch als erstes das Gehörte, das anhand visueller Wahrnehmungen lediglich abgesichert wird. In der Entwicklung muss dabei zwischen physiologischer und psychologischer Wahrnehmung unterschieden werden, die erst im Zusammenwirken die Orientierung und Gefahrenabschätzung im Straßenverkehr ermöglichen. Im vorliegenden Kapitel werden drei Teilbereiche des Hörens betrachtet: die physische Hörfähigkeit (Tonhöhen und Lautstärkeunterschiede), die Fähigkeit, Geräusche zu differenzieren und Objekten zuzuordnen und das Richtungshören sowie die Ortung und die akustische Bewegungswahrnehmung. Dazu gehört auch die akustische „Time to Contact“ (TTC), also die geschätzte Zeit, bis ein sich bewegendes Fahrzeug den eigenen Standort erreicht.

3.1 Physische Hörfähigkeit (Tonhöhen und Lautstärkeunterschiede)

Zusammenfassung:
In Laufe der kindlichen Entwicklung erweitert sich der physiologische Hörbereich, der dann im hohen Alter zunehmend enger wird. Kinder verfügen jedoch noch über mangelnde Erfahrung, akustisch Wahrgenommenes einzuordnen und zu differenzieren.

Testung:
Die physiologische Hörfähigkeit von Kindern kann man mit Hörtests, auch unter Verwendung von Hintergrundgeräuschen des Straßenverkehrs prüfen (Michaelis in Schlag et al., 2021). Zudem kann das Verständnis der Signal- und Verhaltensbedeutung und somit die Pragmatik erfragt werden.

Entwicklung:
Die Hörfähigkeit bei Kindern ist bereits mit *sechs Monaten* weitestgehend ausgebildet (Tharpe & Ashmead, 2001), aber um sieben bis zehn Dezibel herabgesetzt (Pieper, 1990). Kinder können Verkehrsgeräusche somit schon wahrnehmen (Krause in Schlag et al., 2021).

Bis zum Alter von *sechs Jahren* entwickeln sich die Hörfähigkeiten mit zunehmendem Alter weiter und verfeinern sich (Pieper, 1990). Verkehrsgeräusche, wie Hupen oder das Martinshorn werden von Kindern wahrgenommen (Michaelis in Schlag et al., 2021). Bei leisen Geräuschen kann es noch zu Problemen kommen (Michaelis in Schlag et al., 2021). Leise Fahrzeuge, wie bspw. Elektrofahrzeuge, werden von Kindern unter sechs Jahren noch als langsamer eingeordnet, laute Fahrzeuge werden hingegen überschätzt (Warwitz, 2009).

Zwischen *sechs und sieben Jahren* nehmen Kinder verschiedene Tonfrequenzen wahr (Müller et al., 2012) und unterscheiden Zeitdauern von Tönen besser (Krist, Kavšek & Wilkening, 2012). Geräusche im Straßenverkehr können nun differenzierter wahrgenommen werden (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Mit *acht bis neun Jahren* sind die Hörschwelle und die Wahrnehmung von bestimmten Frequenzen noch nicht wie bei Erwachsenen ausgebildet (Barton et al., 2013). Die Differenzierung von Tönen unterschiedlicher Frequenzen bildet sich jedoch weiter aus (Müller et al., 2012). Im Straßenverkehr können Verkehrsgeräusche somit differenzierter wahrgenommen und Reaktionen angepasst werden (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Fazit:
Zusammenfassend sind die auditiven Kompetenzen bei Kindern entwickelt und Geräusche können zunehmend zugeordnet werden (Michaelis in Schlag et al., 2021). Allerdings benötigen Kinder für die Differenzierung und Interpretation des Gehörten noch mehr Zeit als Erwachsene (Michaelis in Schlag et al., 2021).

3.2 Geräusche differenzieren und Objekten zuordnen

Im Straßenverkehr ist es von großer Bedeutung, Geräusche zu differenzieren und Objekten, wie verschiedenen Fahrzeugen, entsprechend zuzuordnen.

Testung:
Die Fähigkeiten können bei Kindern untersucht werden, indem sie spielerisch wichtige Geräusche im Straßenverkehr erkennen sollen. Dazu können Hupen, das Martinshorn oder Fahrradklingeln verwendet werden, die die Kinder benennen. Vorstellbar sind auch Hörtests, bei denen verschiedene Geräusche des Straßenverkehrs in unterschiedlicher Lautstärke verwendet werden, welche die Kinder identifizieren sollen (Krause in Schlag et al., 2021).

Entwicklung:
Kinder *unter drei Jahren* hören Fahrzeuge im Straßenverkehr später als ältere Kinder (Pieper, 1990). Zwischen *vier und fünf Jahren* ist die Geräuschdifferenzierung bei über 85% der Kinder schon gut ausgebildet (Van der Molen, 1981). Bekannte Geräusche können Objekten somit sicher zugeordnet werden (Beller, 2016). So kann im Straßenverkehr das Martinshorn der Feuerwehr oder Polizei zugeordnet werden und

mit einem Stopp am Straßenrand verknüpft werden (Michaelis in Schlag et al., 2021). Auch Signale wie Fahrradklingeln oder Hupen werden, abhängig von bisherigen Erfahrungen, den jeweiligen Fahrzeugen zugeordnet (Krause in Schlag et al., 2021). Geräusche, die nicht eindeutig oder den Kindern nicht bekannt sind, bereiten jedoch noch Schwierigkeiten (Michaelis in Schlag et al., 2021). Die Geschwindigkeit leiser Autos wird von Fünfjährigen noch unterschätzt, eine visuelle Kontrolle ist notwendig (Warwitz, 2009).

Zwischen *sechs und sieben Jahren* ist eine rein akustische Identifizierung von Fahrzeugen noch problematisch (Barton et al., 2013). Die akustische Detektion ist schlechter als bei Kindern zwischen acht und neun (Barton et al., 2013).

Mit *acht bis neun Jahren* werden Geräusche sicher und adäquat erkannt und interpretiert (Wildner, Heißenhuber & Kuhn, 2009). Die akustische Detektion von Fahrzeugen verbessert sich, ist aber noch schlechter als bei Erwachsenen (Barton et al., 2013). Zuvor nicht eindeutig zugeordnete Geräusche, wie Motorenrauschen, werden nun erkannt und Fahrzeuge in der näheren Umgebung identifiziert (Krause in Schlag et al., 2021).

Fazit:
Kinder können somit Geräusche, die ihnen bereits bekannt sind, entsprechenden Objekten zuordnen (Michaelis in Schlag et a., 2021). Sind sie jedoch in Gruppen unterwegs können Gespräche die Verkehrsgeräusche überlagern und die Kinder ablenken (Schlag & Richter in Schlag et al., 2021).

3.3 Richtungshören und Ortung, Akustische Bewegungswahrnehmung (akustische TTC)

Zusammenfassung:
Im Straßenverkehr ist es besonders wichtig, zu erkennen, aus welcher Richtung Fahrzeuge sich bewegen und wie schnell diese sind.

Testung:
Um entsprechende Fähigkeiten bei Kindern zu testen, können Hörtests verwendet werden, in denen Motorengeräusche registriert werden sollen, aus welcher Richtung diese kommen und wann das verursachende Fahrzeug am eigenen Standort eintreffen würde (Barton et al., 2013). Bei der Messung sollten aus der Geschwindigkeit resultierende Lautstärken als mögliche Einflussfaktoren berücksichtigt werden. Das „Auditorix“-Programm, das von der INITIATIVE HÖREN e. V. und der Landesanstalt für Medien NRW entwickelt wurde, bietet verschiedenste Hörtests und Erklärungen für Kinder, auch zum Bereich Richtungshören (AUDITORIX-Projektbüro, 2014). Zudem kann das ERKI-System (Erfassung des Richtungshörens bei Kindern) angewendet werden, für das der so genannte Mainzer-Kindertisch verwendet wird (Keller, 2016). Dabei sind Lautsprecher in einem Halbkreis in symmetrischen Positionen angeordnet. Geräusche werden dann in verschiedenen Schallrichtungen präsentiert und die Probanden können über einen Drehregler den wahrgenommenen Ort ange-

ben (Plotz & Schmidt, 2017). Auch kann die bereits im Hinblick auf andere Kompetenzbereiche beschriebene Lückenwahl (Gap acceptance) verwendet werden und Kinder können nach akustischer Orientierung entscheiden, welche Lücken sie bei Straßenquerungen akzeptieren würden.

Forschungslage:
Bislang wurden nur wenige Studien durchgeführt, die das Richtungshören von Kindern im Straßenverkehr untersuchen. In der Studie von Pfeffer und Barnecutt (1996) zeigten sich Verbesserungen mit zunehmendem Alter der Kinder. Allerdings machte die Untersuchungsgruppe der Elfjährigen auch noch Fehler (Uhr, 2015). Auch in einer zweiten Studie von Barton und Kollegen (2013), in der Motorengeräusche lokalisiert werden sollten, waren die Kinder zwischen acht und neun Jahren besser als die Sechs- bis Siebenjährigen, aber immer noch schlechter als Erwachsene. Die Autoren konnten aber nicht ausschließen, dass die Ergebnisse auf eine längere Reaktionszeit beim Drücken des Knopfes zurückzuführen sind (Uhr, 2015). Weitere Untersuchungen der auditiven Kompetenzen sind daher zu empfehlen.

Entwicklung:
Mit *vier bis fünf Jahren* haben Kinder noch Schwierigkeiten beim Richtungshören (Pfeffer & Barnecutt, 1996). Durch die Zuwendung der Geräuschlokalisation mittels Blickzuwendung wird dies erleichtert (Warwitz, 2009). Eine Differenzierung herannahender und sich entfernender Fahrzeuge fällt Fünfjährigen noch schwer (Pfeffer & Barnecutt, 1996). Die Zuordnung der Geräusche ist nur dann korrekt, wenn das Geräusch von vorne oder hinten kommt (Dordel & Kunz, 2005). Das bedeutet, dass Kinder unter sechs Jahren im Straßenverkehr Fahrzeuge nicht wahrnehmen können, wenn diese ausschließlich gehört werden, bspw. bei Behinderungen der Sicht oder schlechten Sichtverhältnissen wie Dunkelheit (Michaelis in Schlag et al., 2018).

Zwischen *sechs und sieben Jahren* ist das Hörvermögen vollständig ausgebildet, aber es bestehen noch Schwierigkeiten in der Geräuschlokalisation (Sandels, 1975). Die räumliche Einordnung von Geräuschen erfolgt noch zeitlich verzögert und es kann zu Fehleinschätzungen bei der Lokalisation kommen (Krause in Schlag et al., 2018). Die Schätzung der Time to Arrival (TTA) auf Basis akustischer Bewegungswahrnehmung ist in diesem Alter noch ungenauer als bei älteren Kindern (Barton et al., 2013), insbesondere dann, wenn die Geräusche nicht direkt von vorn oder hinten kommen (Bourauel, 1996). Im Straßenverkehr ist die Richtungsbestimmung somit noch fehlerhaft und verzögert, wenn Fahrzeuge nur auditiv und nicht visuell wahrgenommen werden (Krause in Schlag et al., 2018). Insbesondere bei Querungen, wenn die Geräusche von der Seite kommen, bestehen Schwierigkeiten und es werden Fehler gemacht (Krause in Schlag et al., 2018).

Mit *acht bis neun Jahren* funktioniert das Richtungshören bei Kindern besser als noch mit fünf Jahren und die Relevanz der akustischen Signale wird realisiert (Pfeffer & Barnecutt, 1996). Es kann allerdings noch zu Fehlern kommen (Pfeffer & Barnecutt, 1996). Ab ca. acht Jahren können Kinder Höreindrücke adäquat interpretieren

(Wildner, 2009). Das Gehör wird nun häufiger in den Verkehr eingebunden (Finlayson, 1972). Die Wahrnehmungsgeschwindigkeit verbessert sich und ebenfalls die Lokalisierung des Geräusches und Einschätzung der TTA (Barton et al., 2013). Signalrichtungen werden ab einem Alter von ca. neun Jahren von Kindern erkannt (Wildner et al., 2009). Werden Fahrzeuge nur gehört und nicht gesehen, kann in diesem Alter schneller und zuverlässiger, aber noch nicht fehlerfrei bestimmt werden, aus welcher Richtung sie kommen und wann sie etwa auf der Höhe der eigenen Person sein werden (Krause in Schlag et al., 2021). Es kommt aber immer noch zu Fehlern bei der Unterscheidung von sich annähernden und sich entfernenden Fahrzeugen (Krause in Schlag et al., 2021). Das Richtungshören unter realen Bedingungen und mehreren Stimuli ist erst ab ca. neun Jahren voll entwickelt (Barton, et al. 2013).

Mit *elf Jahren* machen Kinder noch Fehler bei der Erkennung von Fahrzeuggeräuschen und ob sich ein Fahrzeug nähert oder entfernt (Pfeffer & Barnecutt, 1996). Vor allem Fahrzeuge, die sich nähern, werden besser erkannt (Pfeffer & Barnecutt, 1996).

3.4 Fazit und Ausblick

Zur auditiven Kontrolle des Straßenverkehrs ist es vor allem bedeutsam, Lautstärken und Tonhöhen zu differenzieren sowie Geräusche zu unterscheiden und zu lokalisieren. Um Aussagen über die Fähigkeiten von Kindern zu treffen, muss unterschieden werden zwischen den physiologischen Kompetenzen und den Interpretationskompetenzen. Erst im Zusammenwirken beider gelingt die Orientierung und Gefahrenabschätzung im Straßenverkehr. Obwohl Kinder schon mit neun Jahren Geräusche sicher wahrnehmen können (Wildner et al., 2009), bereitet das Erkennen von Fahrzeugen auch im Alter von elf Jahren noch Probleme (Pfeffer & Barnecutt, 1996). Die akustische Orientierung der Kinder ist im Straßenverkehr zudem stark abhängig von der eigenen Aufmerksamkeit sowie der Komplexität der Geräuschkulisse. Festzuhalten ist, dass jüngere Kinder noch Schwierigkeiten haben, Geräusche zu lokalisieren (Basner & De Marees, 1993). Die Ortung wird noch durch Blickzuwendung unterstützt (Warwitz, 2009). Insbesondere für die ungeschützten Verkehrsteilnahmearten zu Fuß oder auf dem Fahrrad sind diese Kompetenzen bedeutsam. So können bspw. Kinder, die mit dem Fahrrad nach links abbiegen wollen, ein sich von hinten näherndes Fahrzeug auditiv nicht wahrnehmen, nachdem sie den Schulterblick gemacht haben (Schmied in Schlag et al., 2021). Diese Gefahrenerkennung ist erst ab ca. zwölf Jahren realisierbar (Schmied in Schlag et al., 2021).

Wie auch hinsichtlich der visuellen Kompetenzen, bestehen Forschungslücken der kindlichen Entwicklung vor allem in der Top-down-Verarbeitung der akustischen Wahrnehmung, also der Interpretation des Gehörten. Untersucht werden sollte in Zukunft, wie sich der Übergang der visuellen Orientierung im Straßenkehrer, die in der Verkehrserziehung gelehrt wird, hin zu der akustischen Orientierung entwickelt, die von Erwachsenen oft primär erfolgt. Dabei wurde auch die akustische TTC bei herannahenden Fahrzeugen bisher nicht betrachtet. Empirisch zu untersuchen ist, ob sie existiert und wie sie sich entwickelt. Für die Verkehrserziehung ist vor allem be-

deutsam, wie Kinder ihre Hörfähigkeiten im Straßenverkehr einsetzen und wie man entsprechende Strategien vermitteln kann, um die Verkehrssicherheit zu unterstützen. Entsprechende Erkenntnisse zukünftiger Studien könnten in der Praxis erprobt und evaluiert werden.

Tabelle 2: Hören

	bis 3 Jahre	4 / 5 Jahre	6 / 7 Jahre	8 / 9 Jahre	10 / 11 Jahre
Hören	Physiologisch sind die auditiven Kompetenzen relativ früh entwickelt, zur Interpretation der Bedeutung und Bewertung sind jedoch vielfältige Lern- und Erfahrungsprozesse im Kindesalter notwendig. Die Fähigkeit zum Einsatz der Kompetenzen ist von der Situation und vorhandenen Ablenkungen abhängig. Jüngere Kinder haben noch Schwierigkeiten, Geräusche zu lokalisieren. Durch eine Blickzuwendung wird die Ortung des Geräusches erleichtert. Im Laufe der Kindheit kommt es zu einer deutlichen Verbesserung.				
Physische Hörfähigkeit (Tonhöhen und Lautstärkeunterschiede)	Allgemeine Hörfähigkeit ist mit sechs Monaten weitestgehend ausgebildet	Verfeinert sich zunehmend, eventuell Probleme bei leisen Geräuschen	Unterscheidung verschiedener Frequenzen und Zeitdauern von Tönen verbessert sich	Weitere Differenzierung der Wahrnehmung von Tönen unterschiedlicher Frequenzen	
Geräusche differenzieren und Objekten zuordnen	Kfz werden später gehört	Bekannte Geräusche können Objekten sicher zugeordnet werden; Geschwindigkeit leiser Kfz wird unterschätzt	Akustische Detektion von Fahrzeugen noch eingeschränkt	Adäquate Interpretation von Höreindrücken; akustische Detektion von Kfz schlechter als bei Erwachsenen	
Richtungshören und Ortung, Akustische Bewegungswahrnehmung (akustische TTC)		Richtungshören und akustische Bewegungswahrnehmung erschwert; Unterscheidung herannahender und sich entfernender Fahrzeuge schwer; Zuordnung der Geräusche richtig, aber nur, wenn Geräusch von vorne oder hinten kommt	Hörvermögen vollständig ausgebildet, aber noch Schwierigkeiten bei Geräuschlokalisation: verzögerte Wahrnehmung, häufigere Fehleinschätzung der Geräuschrichtung; TTA auf Basis akustischer Bewegungswahrnehmung ungenauer als mit acht bis neun Jahren	Akustische Bewegungswahrnehmung zwar deutlich besser, aber noch fehlerhaft; Verbesserungen hinsichtlich der Wahrnehmungsgeschwindigkeit, der Richtungsbestimmung des Geräusches und der Einschätzung der TTA	Noch Fehler beim Erkennen von Fahrzeuggeräuschen (näherkommen, sich entfernen oder vorbeifahren)
Straßenverkehr	Im Straßenverkehr können Signale von Kindern noch überhört werden. Gerade für die ungeschützten Teilnahmearten zu Fuß und beim Radfahren ist die auditive Kontrolle des Verkehrsgeschehens, das Differenzieren von Lautstärken und Tonhöhen sowie Geräusche zu unterscheiden und zu orten, hoch bedeutsam. Die auditive Wahrnehmung hängt jedoch sehr stark von dem Geräuschumfeld und der eigenen Aufmerksamkeit der Kinder ab. In Gruppen kommt es daher vor, dass sie Fahrzeuge nicht wahrnehmen. Kindern werden bisher fast ausschließlich visuelle Orientierungsstrategien im Straßenverkehr beigebracht, obwohl Erwachsene sich oft über ihr Gehör orientieren.				

4 Aufmerksamkeit

Zusammenfassung:
Die Aufmerksamkeitsfähigkeiten sind im Straßenverkehr besonders relevant, da sie die Wahrnehmung und das Handeln bestimmen. Bei vielfältigen gleichzeitigen Reizen wie im Straßenverkehr sind, im Zusammenwirken mit Perzeption und Kognition, Fähigkeiten zur geteilten und selektiven Aufmerksamkeit erforderlich. Kinder sind allerdings leicht ablenkbar und die zur Aufgabenbewältigung notwendige Aufmerksamkeitszuwendung ist noch nicht ausgereift. Es ist empirisch gut belegt, dass die Aufmerksamkeitslenkung bei Kindern noch störbar ist und nicht zwingend auf die relevanten, sondern auf für sie interessante Objekte gerichtet ist. Insbesondere jüngere Kinder zeigen daher noch Defizite der Aufmerksamkeitsleistung im Straßenverkehr (Michaelis in Schlag et al., 2021). In diesem Kapitel werden die Aufmerksamkeitszuwendung, die Daueraufmerksamkeit (Vigilanz) sowie die selektive auditive und visuelle Aufmerksamkeit, die für verkehrssicheres Verhalten notwendig sind, anhand der einzelnen Altersstufen betrachtet.

Testung:
Bei der Untersuchung der Aufmerksamkeitsfähigkeiten muss darauf geachtet werden, zwischen Daueraufmerksamkeit und der Aufmerksamkeitsaktivierung (Alertness) zu unterscheiden (Schmied in Schlag et al., 2021). Die Schwierigkeit der Aufgaben muss zudem an die Altersklassen und an die zu untersuchenden Objekte angepasst werden (Schmied et al., 2021). Kompetenzen der geteilten Aufmerksamkeit werden häufig unabhängig vom Straßenverkehr in Dual Task Aufgaben erhoben, in denen gleichzeitig kognitive und motorische Aufgaben bewältigt werden müssen (Schmied et al., 2018). Die Aufmerksamkeitskompetenzen können zudem mit Hilfe des Test of Everyday Attention for Children (TEA-Ch) erhoben werden (Manly et al., 2013). Dieser erhebt die selektive Aufmerksamkeit, die Daueraufmerksamkeit und die Aufmerksamkeitslenkung anhand einer Testbatterie (Manly et al., 2013). Dabei müssen die Kinder zum Teil mehrere Aufgaben parallel bearbeiten (Manly, 2013).

4.1 Daueraufmerksamkeit (Vigilanz)

Zusammenfassung:
Die Fähigkeiten zur Daueraufmerksamkeit, die auch als Vigilanz bezeichnet wird, entwickelt sich bei Kindern mit zunehmendem Alter (Schlag & Richter in Schlag et al., 2021). Gerade in komplexen Situationen im Straßenverkehr fällt es Kindern noch schwer, ihre Aufmerksamkeit dauerhaft auf relevante Dinge zu richten. Im Zusammenhang damit ist auch die Multitaskingfähigkeit im jüngeren Alter der Kinder noch nicht ausgebildet (Schlag & Richter in Schlag et al., 2021). In diesem Kompetenzbereich existieren bisher wenig empirische Erkenntnisse und es herrscht weiterer Forschungsbedarf.

Entwicklung:
Bis zum Alter von ca. *fünf Jahren* sind Kinder von längerer willentlicher Aufmerksamkeitssteuerung noch überfordert (Walter et al., 2013), entwickeln jedoch zunehmend Aufmerksamkeitsstrategien (Limbourg, 2010). In einer Studie von Betts und Kollegen (2006), in der Kinder den beschriebenen TEA-Ch absolvierten, machten sie im Test der Daueraufmerksamkeit häufiger Fehler, zeigten langsamere Reaktionen und eine höhere Variabilität der Leistungen als ältere Kinder. Im Straßenverkehr können Kinder unter sechs Jahren ihre Konzentration noch nicht über längere Wartezeiten, bspw. am Straßenrand, halten (Michaelis in Schlag et al., 2021). Die Kinder wenden ihren Blick anderen Dingen zu und nehmen so eventuelle Veränderungen der Verkehrssituation nicht wahr (Michaelis in Schlag et al., 2021). So kann ein Fahrzeug, das aus einer Seitenstraße kommt, bei der Straßenquerung übersehen werden (Krause in Schlag et al., 2018).

Mit *sechs bis sieben Jahren* ist die Fähigkeit zur Daueraufmerksamkeit bei über 85% der Kinder vorhanden (Van der Molen, 1981). Sie ist jedoch noch signifikant schlechter als bei Zehn- bis Elfjährigen (Tabibi & Pfeffer, 2007). Kinder nehmen dynamische Situationen im Straßenverkehr mitunter zu spät wahr und können nicht mehr adäquat reagieren (Krause in Schlag et al., 2021). Sie könnten bspw. in Querungssituationen fälschlicherweise beschleunigen (Krause in Schlag et al., 2021).

Zwischen *acht und neun Jahren* wird die Konzentration über einen längeren Zeitraum möglich (Limbourg, 1997). Kinder können sich nun ca. 30 Minuten lang auf eine Aufgabe konzentrieren (Beller, 2016). Sie zeigen dabei noch höhere Reaktionszeiten und geringere Genauigkeiten als elf bis zwölfjährige (Betts et al., 2006). Bei Straßenquerungen können sich Kinder in diesem Alter nun auch bei längeren Wartezeiten noch auf die Verkehrssituation konzentrieren (Michaelis in Schlag et al., 2021). Sie können die Aufmerksamkeit für den Zeitraum der Straßenquerung aufrechterhalten und zügig queren (Krause in Schlag et al., 2021).

Zwischen *zehn und 13 Jahren* entwickelt sich die Daueraufmerksamkeit nur noch wenig weiter (Betts et al., 2006). Ab ca. elf Jahren ist die Fähigkeit zur geteilten Aufmerksamkeit ausgeprägt (Irwan-Chase & Burns, 2000). Kinder können nun ihre vollständige Aufmerksamkeit auf den Straßenverkehr richten und auch über längere Zeit relevante Reize, wie Fahrzeuggeräusche, berücksichtigen (Schmied in Schlag et al., 2021).

Fazit:
Zusammenfassend verbessert sich die Daueraufmerksamkeitsfähigkeit mit zunehmendem Alter, während jüngere Kinder noch Defizite haben (Michaelis in Schlag et al., 2021).

4.2 Aufmerksamkeitszuwendung, Wahrnehmungsreaktion (Alertness), Ablenkbarkeit

Zusammenfassung:
Für die sichere Teilnahme am Straßenverkehr ist es erforderlich, die Aufmerksamkeit den relevanten Objekten und Personen zuzuwenden, ohne von irrelevanten Reizen abgelenkt zu sein. Da die Aufmerksamkeitsfähigkeiten von Kindern noch stark von äußeren Reizen abhängen und die eigenständige Steuerung noch problematisch ist, sind Kinder leicht ablenkbar und fokussieren irrelevante Reize (Richter in Schlag et al., 2021). Diese hohe Ablenkbarkeit ist typisch für Kinder. Eine angemessene Priorisierung ihrer Aufmerksamkeitskapazitäten fällt jüngeren Kindern noch schwer und wird erst mit zunehmendem Alter besser (Richter in Schlag et al., 2021). Dabei nimmt vor allem die zunehmende Inhibitionskontrolle ab dem Alter von acht Jahren eine bedeutende Rolle ein (Richter in Schlag et al., 2021).

Testung:
Zur Erhebung der Ablenkbarkeit kann der spielerische Test für Jugendliche von Schützhofer (2017) verwendet werden. Dabei sollen die Teilnehmenden in der Selbsterfahrung einen Parcours bewältigen, während sie durch SMS abgelenkt werden (Schützhofer, 2017). Dieser kann für jüngere Kinder adaptiert werden (Schlag & Richter in Schlag et al., 2021). Zudem kann zur Erhebung der Aufmerksamkeitsfähigkeiten das Blickverhalten erhoben werden, indem man Blickrichtung und Fixationsdauer misst (Krause in Schlag et al., 2021). Die Blickrichtung gibt Auskunft über die Ablenkbarkeit und Aufmerksamkeitszuwendung, während die Fixationsdauer aussagt, wie lange der Reiz betrachtet wird (Michaelis in Schlag et al., 2021). Diese Tests können in Straßenverkehrssituationen wie Straßenquerungen durchgeführt werden (Krause in Schlag et al., 2021). In Laboruntersuchungen können auch ablenkende Reize einbezogen werden und die Blickbewegung mit und ohne Ablenkungen verglichen werden (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Entwicklung:
Im Alter von *bis zu drei Jahren* nutzen Kinder Spielzeuge zunehmend konzentrierter (Michaelis & Niemann, 2004). Die Aufmerksamkeitslenkung wird jedoch noch durch Umweltreize gesteuert und nicht durch Eigensteuerung, wie sie für die eigene Sicherheit erforderlich ist (Limbourg, 1976).

Zwischen *vier und fünf Jahren* sind Kinder durch irrelevante, aber attraktive Reize noch schnell ablenkbar (Pasto & Burack, 1997). Die Aufmerksamkeitslenkung erfolgt dann bottom-up-gesteuert, so dass die Informationsgewinnung reizabhängig anstatt erfahrungsgeleitet erfolgt (Bourauel, 1996; Limbourg, 2010). Die Aufmerksamkeitszuwendung ist zudem stark abhängig von den Fähigkeiten der Inhibitionskontrolle und Impulsunterdrückung (Diamond, 2002). Diese wird mit zunehmendem Alter der Kinder besser (Berk, 2011). Eine längere willentliche Aufmerksamkeitssteuerung überfordert Kinder in diesem Alter noch (Walter et al., 2013). Im Straßenverkehr ist die Aufmerksamkeit eher auf irrelevante Reize gerichtet (Günther & Limbourg, 1977),

auch, wenn diese weiter entfernt sind (Pasto & Burack, 1997). Die Entscheidung, eine Straße zu überqueren, ist für Kinder stark abhängig von der Situation und den Umgebungsreizen (Michaelis in Schlag et al., 2021). Ist bspw. eine bekannte Person oder eine Eisdiele auf der anderen Straßenseite, kann die Querung unterbrochen werden oder nicht am vorgesehenen Fußgängerüberweg erfolgen (Michaelis in Schlag et al., 2021) und die sich nähernden Fahrzeuge werden zu wenig beachtet (Krause in Schlag et al., 2021).

Mit *sechs bis sieben Jahren* gelingt die Aufmerksamkeitssteuerung bereits über 85% der Kinder (Van der Molen, 1981) und erfolgt zunehmend bewusst und top-down-gesteuert (Limbourg, 2010). Die Aufmerksamkeitsleistung verbessert sich (Berk, 2011) und kann nun bewusster gelenkt werden (Limbourg, 1976). Auch die Fähigkeiten zur Inhibitionskontrolle nehmen weiter zu (Berk, 2011). Kinder sind jedoch immer noch ablenkbar (Pasto & Burack, 1997) und beachten irrelevante Reize zu stark (Barton & Morrongiello, 2011). Zweitklässler konnten in einer Studie schlecht ihre Aufmerksamkeit auf relevante Dinge richten (Miller & Weiss, 1981). Durch Ablenkungen kann sich zudem die Reaktionszeit der Kinder verdoppeln im Vergleich zu den Reaktionszeiten ohne Ablenkung (Tabibi & Pfeffer, 2007). Kinder entwickeln nun jedoch zunehmend systematische Strategien der Aufmerksamkeitslenkung (Limbourg, 1976). Im Straßenverkehr lenken Kinder mit sechs Jahren ihre Aufmerksamkeit genauso häufig auf irrelevante wie auf relevante Reize (Tolmie et al., 2005). Wenn keine oder wenig ablenkende Reize im Umfeld vorhanden sind, richten Kinder in Straßenquerungssituationen ihre Aufmerksamkeit auf den Straßenverkehr (Krause in Schlag et al., 2021). Auffällige Reize können sie jedoch ablenken und führen dazu, dass die Aufmerksamkeitssteuerung verzögert ist und die Kinder doppelt so lange benötigen, mögliche Gefahren bei der Querung zu erkennen (Krause in Schlag et al., 2021). Führen sie beispielsweise auf dem Fahrrad gerade einen Schulterblick aus, können sie dadurch abgelenkt sein und relevante Dinge, wie Fahrzeuge, übersehen (Schmied in Schlag et al., 2021).

Mit *acht bis neun Jahren* gewinnen Kinder zwar zunehmend an Inhibitionskontrolle und können die Ablenkbarkeit durch innere und äußere Reize stärker kontrollieren (Berk, 2011). Sie sind aber immer noch durch attraktive und auffällige Reize in der Nähe ablenkbar (Pasto & Burack, 1997). Die Ablenkbarkeit ist nun allerdings deutlich reduziert (Tabibi & Pfeffer, 2007) und die Kinder können zwischen relevanten und irrelevanten Reizen unterscheiden (Barton & Morrongiello, 2011). Die Reaktionszeit ist noch höher als bei Kindern zwischen elf und zwölf Jahren (Betts et al., 2006). Im Straßenverkehr können Kinder nun einschätzen, dass die Beobachtung des Verkehrsgeschehens für eine Straßenquerungen wichtig ist und können dafür irrelevante Reize ausblenden, je nach Attraktivität und Nähe der Reize (Krause in Schlag et al., 2018). Sie brauchen allerdings länger, um sich einen Verkehrsüberblick zu verschaffen als Erwachsene (Krause in Schlag et al., 2021).

Mit *zehn bis elf Jahren* ist die Aufmerksamkeitszuwendung zum Aufgabenwechsel, wie bspw. für Straßenquerungen notwendig, ausgebildet (Dunbar et al., 2001).

Ab ca. *14 Jahren* ist die Aufmerksamkeitsaktivierung (Alertness) wie bei Erwachsenen entwickelt (Kaufmann et al., 2007). Mit *rund 15 Jahren* können Kinder erfolgreich Ablenkungen ausblenden (van der Molen, 2002). Sie können nun sicher mit dem Fahrrad fahren, da die Fähigkeit ausgebildet ist, die Aufmerksamkeit schnell zwischen verschiedenen Reizen zu wechseln und sich auf relevante Reize zu fokussieren (Limbourg, 1998).

Fazit:
Zusammenfassend ist eine bewusste Aufmerksamkeitssteuerung für Kinder anfangs noch schwierig, da ihnen die Inhibitionskontrolle noch fehlt und irrelevante, aber auffällige Reize priorisiert werden (Richter in Schlag et al., 2021). Mit zunehmendem Alter verbessern Kinder zwar ihre Aufmerksamkeitsleistung, bei attraktiven Reizen können sie jedoch noch abgelenkt werden (Michaelis in Schlag et al., 2021). Die Aufmerksamkeitsleistung ist erst mit ca. 14 Jahren vollständig entwickelt (Limbourg, 1998).

4.3 Selektive visuelle Aufmerksamkeit

Zusammenfassung:
Die Fokussierung auf relevante Reize, die als selektive visuelle Aufmerksamkeit bezeichnet wird, ist bei jüngeren Kindern noch nicht zu erwarten (Barton, 2006). Die Wahrnehmung jüngerer Kinder ist noch bottom-up-gesteuert und entwickelt sich erst mit ca. acht Jahren hin zur erfahrungsgeleiteten top-down-Steuerung der Informationssuche im Straßenverkehr (Richter in Schlag et al., 2021). Da sie sich zunächst lediglich an vorhandenen Reizen orientieren, bleiben sie mitunter an der Straße stehen, wenn sie Fahrzeuge sehen und gehen los, wenn keine zu sehen sind (Richter in Schlag et al., 2021). Erst ab dem mittleren Grundschulalter erkennen Kinder Gefahren, die sich hinter Sichthindernissen verstecken oder sich erst entwickeln und orientieren sich erfahrungsgeleitet (Richter in Schlag et al., 2021).

Entwicklung:
Mit *vier bis fünf Jahren* lassen sich Kinder durch akustische Reize im Hintergrund leicht ablenken (Higgins & Turnure, 1984). In einer Studie von Higgins und Turnure (1984) machten sie in Aufgaben zur visuellen Unterscheidungsfähigkeit mehr Fehler und schweiften häufiger ab als Zweit- und Sechstklässler. Auch Ljublinskaja (1985) zeigte in einer empirischen Untersuchung, dass Kinder in diesem Alter Schwierigkeiten haben, sich auf zwei Sinnesbereiche zu konzentrieren. Im Straßenverkehr werden Sichtbehinderungen in diesem Alter noch nicht als Gefahr wahrgenommen (Thompson, 1997). Da jüngere Kinder noch Fehler in der selektiven Aufmerksamkeit machen (Tabibi & Pfeffer, 2007), ist keine genaue Überblicksgewinnung möglich, wenn ablenkende Reize vorhanden sind (Michaelis in Schlag et al., 2021). Die Überblicksgewinnung im Verkehr ist stark aufmerksamkeitsabhängig und die Konzentration auf den Straßenverkehr in diesem Fall nicht möglich (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Mit *sechs bis sieben Jahren* zeigen Kinder oft keine effiziente visuelle Suche, da sie keine Vorstellung von potenziellen Gefahren haben und ihre Abstraktionsfähigkeit noch nicht ausgebildet ist (Barton, 2006). Sie fokussieren häufig noch irrelevante Reize, besonders, wenn diese attraktiv sind (Barton, 2006). Die visuellen Suchstrategien verbessern sich mit sieben bis acht Jahren, so dass die Blickdauern kürzer werden und die Blickrichtungen genauer (Whitebread & Neilson, 2000). Im Straßenverkehr orientiert sich die Gefahreneinschätzung der Kinder vor allem daran, ob Fahrzeuge aktuell zu sehen sind oder nicht (Ampofo-Boateng & Thompson., 1991). Sie treffen ihre Querungsentscheidungen daher zumeist nur nach Sichtbarkeit und berücksichtigen keine Sichthindernisse oder die Unübersichtlichkeit der Situation (Ampofo-Boateng & Thompson., 1991). Kinder orientieren sich hauptsächlich an der Gehsteigkante ohne weitere Orientierung beim Queren (Limbourg, 1976; Günther & Limbourg, 1976).

Zwischen *acht und neun Jahren* wird die Aufmerksamkeit der Kinder selektiver und planvoller (Berk, 2011). Wenn irrelevante Reize attraktiv sind, werden diese zwar noch fokussiert (Barton, 2006), die Konzentration auf das Wesentliche verbessert sich jedoch (Miller & Weiss, 1981). In einer Untersuchung der visuellen Gedächtnisleistung von Miller und Weiss (1981) wählten Kinder häufiger die Türen, hinter denen sich relevante Objekte befanden als die mit den irrelevanten. Die Aufmerksamkeitssteuerung auf relevante Informationen ist jedoch noch nicht so gut wie bei jungen (22 Jahre) oder älteren (72 Jahre) Erwachsenen (Trick & Enns, 1998). Im Straßenverkehr gelingt die Sichtung der Verkehrsumgebung, es kann jedoch durch auffällige, attraktive Reize zur Unterbrechung des Sichtungsverhaltens kommen (Michaelis in Schlag et al., 2018).

Mit *zehn bis elf Jahren* ist die visuelle selektive Aufmerksamkeitsfähigkeit entwickelt (Tabibi & Pfeffer, 2003).

Kinder *zwischen zwölf und 14 Jahren* werden vor allem durch soziale Interaktion mit Gleichaltrigen abgelenkt und sind höheren Risiken beim Überqueren ausgesetzt (Walter et al., 2013). Auch die Handynutzung stellt ein Risiko dar (Schwebel et al. 2012).

Fazit:
Zusammenfassend weisen Kinder bis zum Alter von rund neun Jahren noch eine hohe entwicklungsbedingte Ablenkbarkeit auf und beachten irrelevante Reize zu stark (Schlag & Richter in Schlag et al., 2018). Auch in höherem Alter sind Kinder noch ablenkbar, wenn sie andere Tätigkeiten priorisieren (Schlag & Richter in Schlag et al., 2018).

4.4 Selektive auditive Aufmerksamkeit

Zusammenfassung:
Über die Entwicklung der selektiven auditiven Aufmerksamkeit können kaum empirisch begründete Aussagen getroffen werden. Lediglich zu zwei Altersbereichen lie-

gen Erkenntnisse vor. Ob relevante Geräusche von Kindern herausgefiltert und erkannt werden, hängt vor allem von deren Komplexität, dem Geräuschumfeld sowie der eigenen Aufmerksamkeit ab.

Entwicklung:
Mit *sechs bis sieben Jahren* ist die selektive auditive Aufmerksamkeit bei über 85% der Kinder gut ausgebildet (Van der Molen, 1981). Die Fähigkeiten zur auditiven Überblicksgewinnung gehen jedoch mit steigender Lautstärke zurück (Higgins & Turnure, 1984). Im Straßenverkehr kann es daher bei lauten Umgebungsgeräuschen, wie bspw. starkem Verkehr, zu Einschränkungen des Überblicks kommen (Michaelis in Schlag et al., 2021). Insbesondere interessante Reize können die Kinder von der Verkehrssituation ablenken und dazu führen, dass relevante Verhaltensweisen, wie das Ausschau halten, unterbrochen werden (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Mit *zehn bis elf Jahren* verbessert sich die selektive auditive Aufmerksamkeitsleistung und ist nun trotz Nebengeräuschen möglich (Higgins & Turnure, 1984).

4.5 Fazit und Ausblick

Im Straßenverkehr ist es besonders wichtig, das Geschehen aufmerksam zu verfolgen und das eigene Verhalten aktiv anzupassen. Bereits im Grundschulalter können Kinder sich als Fußgänger grundlegend korrekt verhalten, wenn ihre Aufmerksamkeit auf die Verkehrssituation gerichtet ist (Schlag & Richter in Schlag et al., 2021). Sind sie jedoch abgelenkt und beanspruchen andere Reize ihre Aufmerksamkeit, verhalten sie sich nicht mehr verkehrssicher (Schlag & Richter in Schlag et al., 2021). Gerade diese Ablenkbarkeit ist typisch für Kinder. Sind die Dinge oder Personen außerhalb des Verkehrsgeschehens interessant, können Kinder die Ablenkungen schwer unterdrücken und die irrelevanten Reize bestimmen ihre Wahrnehmung, Kognition und Motorik (Schlag & Richter in Schlag et al., 2021). Diese Defizite der Aufmerksamkeitsleistung und Konzentration sind vor allem relevant, da sie eng mit dem Gefahrenbewusstsein verknüpft sind (Richter in Schlag et al., 2021). Kinder lassen sich bspw. durch ein negatives Erlebnis in der Schule auf dem Heimweg ablenken, können ihre Aufmerksamkeit nicht auf mehrere Reize gleichzeitig richten und geraten in riskante Situationen (Limbourg, 1998; Richter in Schlag et al., 2021). Die geteilte und selektive Aufmerksamkeit ist stark beansprucht (Schlag & Richter in Schlag et al., 2021). Auch die Daueraufmerksamkeit während der selbstständigen Verkehrsteilnahme fällt insbesondere Kindern, die noch unerfahren im Straßenverkehr sind, schwer (Schlag & Richter in Schlag et al., 20121.

Im Bereich der Aufmerksamkeitsleistung von Kindern besteht, trotz allgemeinpsychologischer Erkenntnisse und Theorien, erheblicher Forschungsbedarf. In zukünftigen empirischen Untersuchungen sollte vor allem die Förderung des Situationsbewusstseins und die Reduzierung ablenkender Reize betrachtet werden. Zudem ist die selektive Aufmerksamkeit auf den Straßenverkehr sowie die stärkere Ablenkbarkeit ei-

niger Kinder zu untersuchen. Entsprechende Studien sind allerdings mit erheblichem Aufwand verbunden, da nur realistische Untersuchungsdesigns im Straßenverkehr eine hinreichende Validität ermöglichen. Diese sollten die Gefahrenkognition und -antizipation, die selektive Aufmerksamkeit und die Ablenkung beim Multitasking, vor allem bei der Handynutzung, in Zukunft untersuchen.

Tabelle 3: Aufmerksamkeit

	bis 3 Jahre	4 / 5 Jahre	6 / 7 Jahre	8 / 9 Jahre	10 / 11 Jahre	12 / 14 Jahre
Aufmerksamkeit	Unkonzentriert und unaufmerksam zu sein ist typisch für Kinder. Empirisch gut belegt ist, dass die Aufmerksamkeitslenkung bei Kindern noch störbar ist und nicht zwingend auf die relevanten, sondern auf für sie interessante Objekte gerichtet ist. Erst mit 14 Jahren ist die Aufmerksamkeitsleistung bei Kindern entwickelt.					
Dauer-aufmerkSamkeit (Vigilanz)		Kinder von längerer willentlicher Aufmerksamkeitssteuerung überfordert, entwickeln jedoch erste Strategien	Gelingt bei über 85% der Kinder	Konzentration über längeren Zeitraum möglich, aber längere Reaktionszeiten als Ältere	Geteilte Aufmerksamkeit ausgeprägt	Mit 14 ist Entwicklung der Aufmerksamkeit und Konzentrationsfähigkeit abgeschlossen
Aufmerksamkeits-zuwendung, Wahrnehmungs-reaktion (Alertness), Ablenkbarkeit	Aufmerksamkeitssteuerung durch Umweltreize gelenkt	Kinder sind ablenkbar durch attraktive Reize; Zuwendung abhängig von der Inhibitionskontrolle; längere Aufmerksamkeitssteuerung nicht möglich	Aufmerksamkeitssteuerung zunehmend bewusst und erfahrungsgesteuert; Inhibitionskontrolle verbessert sich, aber Kinder sind noch ablenkbar; Reaktionszeit verdoppelt sich bei Ablenkung	Aufmerksamkeit stärker kontrollierbar; zunehmende Inhibitionskontrolle; Reaktionszeit höher als bei Erwachsenen; weniger ablenkbar	Aufmerksamkeitszuwendung ausgebildet	Aufmerksamkeitsaktivierung entwickelt; Ablenkungen können ausgeblendet werden
Selektive visuelle Aufmerksamkeit		Kinder lassen sich durch akustische Reize ablenken; können sich nicht auf zwei Sinnesbereiche konzentrieren	Noch keine effiziente visuelle Suche; Ablenkung durch attraktive Reize	Aufmerksamkeit selektiver und planvoller, aber attraktive Reize werden fokussiert; visuelle Suchstrategien verbessern sich	Visuelle selektive Aufmerksamkeitsfähigkeit entwickelt	Ablenkung durch soziale Interaktion und Handynutzung
Selektive auditive Aufmerksamkeit			Bei über 85% gut ausgebildet; Fähigkeiten der auditiven Überblicksgewinnung bei hoher Lautstärke eingeschränkt		Selektive auditive Aufmerksamkeitsleistung besser, Fokussierung trotz Nebengeräuschen möglich	

Straßenverkehr	Mit vier bis fünf Jahren können Kinder ihre Konzentration noch nicht über längere Wartezeiten am Straßenrand aufrechterhalten. Sie nehmen Gefahren möglicherweise nicht wahr und richten ihre Aufmerksamkeit eher auf für sie interessante Reize (Personen, Eisdiele, etc.). Zwischen sechs und sieben Jahren werden dynamische Situationen während Straßenquerungen noch zu spät wahrgenommen, um adäquat zu reagieren. Die Kinder können zwar ihre Aufmerksamkeit auf den Verkehr richten, werden aber von interessanten Reizen abgelenkt. Die Gefahreneinschätzung ist noch abhängig von der Sichtbarkeit der Fahrzeuge. Mit acht bis neun Jahren konzentrieren sich Kinder auch bei längeren Wartezeiten auf die Verkehrssituation. Bei der Straßenquerung können irrelevante Reize nun ausgeblendet werden. Die Überblicksgewinnung über den Verkehr ist aber noch verlangsamt. Ab zehn bis elfJahren können Kinder ihre vollständige Aufmerksamkeit auf den Straßenverkehr richten. Mit 12 bis 14 Jahren können sie die Aufmerksamkeit im Straßenverkehr schnell zwischen verschiedenen Dingen wechseln. Soziale Interaktionen oder Handynutzung kann aber noch zu Ablenkungen führen.

5 Motorische Entwicklung

Zusammenfassung:
Im Vergleich zu Erwachsenen weisen Kinder Defizite in der motorischen und körperlichen Entwicklung auf, die sich auch auf die Verkehrsteilnahme auswirken können. Kinder haben zwar einen erhöhten Bewegungsdrang, jedoch bspw. eine geringere Körpergröße sowie Gehgeschwindigkeit und verfügen über eine unzureichende Motorikkontrolle, welche plötzliche Bewegungen erschwert. Dazu gehören im Straßenverkehr insbesondere das Anhalten am Fahrbahnrand oder das Ausweichen anderer Teilnehmenden. Um diese Defizite auszugleichen, müssen die erforderlichen Bewegungen antizipiert werden, wofür Kindern jedoch noch die Erfahrung fehlt. Durch Ablenkung oder in Gruppen können die motorischen Kompetenzen, vor allem die Gehgeschwindigkeit und der Bewegungsdrang, zusätzlich beeinflusst werden, da Kinder insbesondere im Spiel oder Wettkampf mit anderen mithalten wollen.

Forschungslage:
Die motorische Entwicklung ist im Vergleich zu anderen Kompetenzbereichen gut untersucht, auch in Bezug auf deren Bedeutung im Straßenverkehr. Bei der Umsetzung in der Praxis bestehen jedoch noch Defizite, wie sich bspw. darin zeigt, dass die geringe Gehgeschwindigkeit von Kindern in Ampelschaltungen oft nicht berücksichtigt wird.

Testung:
Zur Untersuchung der motorischen Kompetenzen bieten sich vielseitige Tests an. Dabei muss jedoch beachtet werden, Fähigkeiten und Fertigkeiten, also angeborene und erlernte Bereiche, getrennt voneinander zu erheben (Schmied in Schlag et al., 2021). Zudem müssen alters- und geschlechtsspezifische Unterschiede in der Entwicklung, bspw. in der Größe, in Tests berücksichtigt werden (Schmied in Schlag et al., 2021). Zur Untersuchung psychomotorischer Fertigkeiten wurden in Bezug auf die Radfahrfähigkeiten bereits Leistungsprüfungen und Beobachtungen angewendet (Naumann-Opitz, 2008). Zudem wurden ein Selbsteinschätzungsinstrument sowie ein Fahrradparcours entwickelt, die sich zur Erfassung motorischer Kompetenzen eignen (Hufgard, 2007). Denkbar sind hier auch Tests mit Balancier- und Gleichgewichtsübungen, die im Sportunterricht umsetzbar sind (Schmied in Schlag et al., 2021). Für Kindergartenkinder wurde das Karlsruher Motorik Screening (KMS 3-6) entwickelt, das aus vier motorischen Testaufgaben besteht (Bös, Bappert, & Tittlbach, 2004). Weitere Testmöglichkeiten werden hinsichtlich der einzelnen Kompetenzbereiche der Motorik beschrieben, die im Folgenden dargestellt werden.

5.1 Körpermotorik und Handlungsunterbrechung

Zusammenfassung:
Im Kindesalter entwickelt sich die motorische Lernfähigkeit schnell. Darunter versteht man die koordinative Fähigkeit, neue Bewegungen schnell, effektiv und genau zu erlernen (Hirz in Schnabel & Thieß, 1993). Der individuelle Fortschritt der Kinder

kann jedoch variieren (Schmied in Schlag et al., 2021). Auch in der Performanz bestehen daher interindividuelle Unterschiede (Uhr, 2015). Im Straßenverkehr besitzen Kinder erst ab ca. zehn Jahren die entsprechenden motorischen Kompetenzen, um selbstständig Fahrrad zu fahren (Schmied in Schlag et al., 2021). Forschungsergebnisse stammen unter anderem aus einer interventionsorientierten Studie von Naumann-Opitz (2008), im Rahmen derer die gezielte Förderung der radfahrmotorischen Fertigkeiten untersucht wurde. Zu diesem Zweck wurden Leistungsprüfungen und Beobachtungen durchgeführt (Naumann-Opitz, 2008).

Testung:
In der Testung der Körpermotorik und Handlungsunterbrechung kann den Kindern Bewegungsspielraum ermöglicht werden und gemeinsame Bewegungsspiele und -übungen durchgeführt werden.

Entwicklung:
Mit *zwölf bis 14 Monaten* lernen Kinder gehen. Dabei entwickeln sie sich vom Robben, Krabbeln über das Stehen zum Gehen. Ab ca. zwei Jahren können Kinder bereits laufen, springen und klettern (Berk, 2011).

Bis zum *sechsten Lebensjahr* können Kinder sicher und geschmeidig gehen und auch Hindernisse überwinden (Beller, 2016; Uhr, 2015). Auch im Straßenverkehr verfügen Kinder nun über die motorischen Kompetenzen, die für Querungen notwendig sind (Krause in Schlag et al., 2021). Sie können Hindernisse, wie bspw. Absperrungen umgehen, sich sicher auf schmalen Gehwegen bewegen und hohe Bordsteine bewältigen (Krause in Schlag et al., 2021).

Zwischen *sechs und sieben Jahren* zeigt sich in der motorischen Entwicklung eine deutliche Zunahme der Lernfähigkeit (Limbourg, 2008). Im Alter von sechs Jahren können Kinder mindestens fünf Sekunden einbeinig stehen und einbeinig hüpfen (Michaelis & Niemann, 1999). Sie überschätzen jedoch häufig ihre körperlichen Fähigkeiten bei der Ausführung von körperlichen Übungen (Plumert, 1995). Das Abstoppen von begonnenen Handlungen gelingt nur, wenn diese an Orientierungshilfen gebunden sind (Limbourg, 1976). 63% der Sechs- bis Siebenjährigen können in weniger als einer Sekunde bei einer Wettkurbel-Aufgabe ihre Handlung auf ein Signal hin stoppen (Limbourg, 1995). Bei Gleichgewichtsübungen wie dem Balancieren ist jedoch die Körperhaltung drei- bis sechsmal instabiler als bei Erwachsenen (Basner & De Marees, 1993). Grund hierfür ist der höhere Schwerpunkt von Kindern (Basner & De Marees, 1993). Durch ein gezieltes Training, z.B. in der Schule, lässt sich die motorische Entwicklung der Kinder in diesem Alter beschleunigen (Basner & De Marees, 1993). Bezogen auf den Straßenverkehr findet in diesem Alter ein entscheidender Entwicklungssprung für das motorisch sichere Radfahren statt (Schmied in Schlag et al., 2021). Kinder können nun ihr Gleichgewicht halten, während sie ein Handzeichen geben und im richtigen Bogen fahren (Schmied in Schlag et al., 2021). Die motorischen Entwicklungen lassen sich durch gezieltes Training des Fahrradfahrens unterstützen (Basner, 1993).

Zwischen *acht und neun Jahren* entwickelt sich die motorische Lernfähigkeit schnell weiter, zeigt jedoch individuelle Unterschiede (Schmied in Schlag et al., 2021). Im Alter von acht Jahren verbessern sich die Leistungen im Bereich der psychomotorischen Fähigkeiten deutlich (Arnberg, 1978). Kinder können nun ihre körperlichen Fähigkeiten genauer einschätzen (Limbourg, 1976). Sie interessieren sich für Akrobatik und beginnen z.B. zu balancieren (Beller, 2016). 91% der Acht- bis Neunjährigen können in weniger als einer Sekunde im Wettkurbeln ihre Handlung auf ein Signal hin stoppen (Limbourg, 1995). Auch schwierige Fahrmanöver können nun mit dem Fahrrad bewältigt werden, wie bspw. Slalomfahren oder das Fahrrad bei langsamer Fahrt stabil halten (Pfafferott, 1994). Mehr als 85% der Kinder können ohne zu schwanken mit dem Fahrrad anhalten (Michaelis & Niemann, 1999). Ab neun Jahren ist zudem eine deutliche Verbesserung beim Einhändig-Fahren mit dem Fahrrad zu verzeichnen (Basner & De Marees, 1993).

Mit *rund zehn Jahren* beginnt die Phase der Umstrukturierung (Uhr, 2015). Die Trainierbarkeit von konditionellen Fähigkeiten sowie das Längenwachstum nehmen zu (Uhr, 2015). Ebenfalls ab ca. zehn Jahren können mehr als 85% der Kinder Fahrrad fahren, ohne zu schwanken, während sie die Geschwindigkeit verringern, beim Geradeausfahren, beim Zurückschauen und beim Fahren mit einer Hand (Michaelis & Niemann, 1999). Kinder zeigen nun zudem deutlich bessere Leistungen beim Radfahren durch Tore (Arnberg, 1978). Allerdings bestehen noch motorische Unsicherheiten bei einer einhändigen Führung des Fahrradlenkers mit der nicht bevorzugten Hand (Günther & Trunk, 2007). Es kann bei Kindern, die die linke Hand nutzen, zu Problemen kommen (Schmied in Schlag et al., 2021).

Mit *zwölf bis 14 Jahren* erfolgt ein zweiter großer Sprung in der Entwicklung der psychomotorischen Fähigkeiten (Basner & De Marees, 1993). Nun entwickeln sich die Reaktionszeiten weiter (Basner & De Marees, 1993). In Bezug auf dem Straßenverkehr ist mit 14 Jahren die Fähigkeit vollständig entwickelt, sicher Fahrrad zu fahren (Schmied in Schlag et al., 2021).

5.2 Körpergröße, Augenhöhe und Körperschwerpunkt

Zusammenfassung:
Die Körpergröße, die Proportionen und der Körperschwerpunkt verändern sich im Laufe der kindlichen Entwicklung. Die Körpergröße nimmt mit steigendem Alter langsam und regelmäßig zu (Berk, 2011). Sie wirkt sich auf das Blickfeld der Kinder und somit auf die Überblicksgewinnung aus, die im Straßenverkehr eine bedeutende Rolle einnimmt (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Testung:
In Testungen können Sichteinschränkungen beim Sehen und Gesehen-Werden angewendet werden. Dabei wird untersucht, ob Sichtbeziehungen aktiv freigehalten werden und bspw. parkende Autos berücksichtigt werden. In derartigen Untersu-

chungen müssen jedoch alters- und geschlechtsspezifische Unterschiede der Körpergröße berücksichtig werden (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Entwicklung:
Im Alter von *unter drei Jahren* nehmen Größe und Gewicht bereits schnell zu und der Körperschwerpunkt verändert sich.

Mit *vier bis fünf Jahren* nehmen Größe und Gewicht stetig zu (Berk, 2011). Im Durchschnitt sind Kinder mit fünf Jahren 114 cm groß (Stolzenberg et al. 2007). Das Blickfeld ist noch stark eingeschränkt (Stolzenberg et al., 2007). So können im Straßenverkehr Sichthindernisse die Überblicksgewinnung der Kinder einschränken, wie bspw. parkende Fahrzeuge am Fußgängerüberweg (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Mit *sechs Jahren* beträgt die Körpergröße von Kindern ca. 121 cm, mit sieben Jahren ca. 127 cm (Stolzenberg, et al., 2007). Zwischen *sechs und acht Jahren* sind Mädchen etwas kleiner und leichter als Jungen (Berk, 2011). Das Blickfeld ist aufgrund der Körpergröße noch eingeschränkt (Stolzenberg, et al., 2007). Im Straßenverkehr verbessert sich die Überblicksgewinnung zwar, ist aber durch Sichthindernisse immer noch eingeschränkt (Michaelis in Schlag et al., 2021). Sich nähernde Fahrzeuge werden somit teilweise zu spät wahrgenommen (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Mit *acht Jahren* haben Kinder eine Körpergröße von rund 133 cm, mit neun Jahren rund 138 cm (Stolzenberg, et al., 2007). Der Wachstumsschub beginnt bei Mädchen ab ca. neun Jahren (Berk, 2011). Das Blickfeld ist teilweise noch eingeschränkt (Stolzenberg, et al., 2007). Die Überblicksgewinnung im Straßenverkehr verbessert sich weiter, ist jedoch immer noch eingeschränkt durch Sichthindernisse beim Queren (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Mit *zwölf bis 14 Jahren* kommt es im Rahmen der Pubertät zu erkennbaren körperlichen Veränderungen. Kinder erfahren einen Wachstumsschub und der Körperschwerpunkt gleich sich dem von Erwachsenen an.

5.3 Motorikkontrolle, Bewegungsdrang, motorische Unruhe, Grob- und Feinmotorik

Zusammenfassung:
Kinder testen ihre motorischen Grenzen häufig durch spontanes Rennen oder Richtungswechsel aus. Dies geschieht auch im Wettbewerb mit anderen Kindern (Schlag & Richter in Schlag et al., 2021). Dabei wird die Aufmerksamkeit noch auf die physischen Aktivitäten und die soziale Umgebung gelenkt (Schlag & Richter in Schlag et al., 2021). Mit steigendem Alter nimmt dieses Verhalten eher ab (Schlag & Richter in Schlag et al., 2021). Im Straßenverkehr haben Kinder noch Probleme damit, abrupt anzuhalten oder Handlungen zu unterbrechen, was insbesondere beim Fahrradfahren oder Skaten bedeutsam ist. Auf dem Fahrrad müssen sie vielfältige Handlungen ausführen, wie verlangsamen, ohne das Gleichgewicht zu verlieren, nach hinten

schauen, die Hand ausstrecken und anhalten. Dies erfordert eine ausgeprägte Motorikkontrolle, die ab ca. vier Jahren gut trainierbar ist.

Testung:
In der Testung der Motorikkontrolle kann man überprüfen, ob Kinder davon überfordert sind, die Hand vom Lenker zu nehmen, um ein Signal zu geben. Jüngere Kinder können im Test auf einen Hocker steigen und es lässt sich beobachten, ob sie dies allein bewältigen oder Hilfestellung benötigen und ob und wie sie frei auf dem Hocker stehen können (Michaelis & Niemann, 2010). Zudem wird beobachtet, wie die Kinder vom Hocker absteigen oder hinunterspringen (Michaelis & Niemann, 2010). Dadurch werden insbesondere die motorische Geschicklichkeit und die Gleichgewichtskontrolle untersucht (Michaelis & Niemann, 2010).

Entwicklung:
Ab ca. *zwei Jahren* laufen, springen und klettern Kinder bereits (Berk, 2011).

Mit *vier bis fünf Jahren* laufen Kinder schneller und können auf einem Fuß hüpfen (Berk, 2011). Sie können den Bewegungsablauf plötzlich ändern, stehen bleiben oder die Richtung ändern (Berk, 2011). Ein kontrolliertes Abstoppen nach dem Rennen ist aber noch nicht möglich (Wann et al., 1993). Kinder können nun sicher und zielgerichtet ein Dreirad o. ä. bewegen, treten und gleichzeitig lenken (Michaelis et al., 2004). Die Feinmotorik entwickelt sich in diesem Alter zunehmend (Berk, 2011). Kinder können Knöpfe auf und zu machen, Scheren benutzen, Linien nachzeichnen und Bälle fangen (Berk, 2011).

Bis zum Alter von *sechs Jahren* haben Kinder einen starken Bewegungsdrang und die motorische Unruhe ist stark ausgeprägt (Zeedyk et al., 2002). Sie ändern häufig den Bewegungsablauf (Limbourg, 2010). Mit ca. fünf Jahren ist ein sicheres und freihändiges Treppensteigen mit Beinwechsel möglich und das Auffangen größerer Bälle (ca. 20 cm Durchmesser) gelingt (Michaelis & Niemann, 2010). Die Variation von Tempo und Körperbewegungen ist jedoch noch willkürlich (Beller, 2016). Im Straßenverkehr kann es dazu kommen, dass Kinder unter sechs Jahren, die länger am Straßenrand warten müssen, sich abrupt bewegen und z.B. Hüpfen oder auf die Fahrbahn treten (Michaelis in Schlag et al., 2021). In Querungssituationen kann sich das Tempo der Kinder schnell ändern, indem sie sich der Straße schnell nähern, sie aber langsam überqueren (Michaelis in Schlag et al., 2021). Daher kann es zu Fehleinschätzungen von Seiten der Pkw-Fahrer kommen, ob das Kind wartet oder die Straße quert (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Mit *sechs bis sieben Jahren* erfolgt ein Entwicklungssprung der psychomotorischen Fertigkeiten (Arnberg et al., 1978). Die Feinmotorik und Koordination entwickeln sich weiter und Zahlen, Buchstaben und Formen können nun gemalt werden (Berk, 2011). Handlungen können nun auf ein Signal hin unterbrochen werden (Limbourg, 1976, 2007). Die Kontrolle und Unterbrechung begonnener Bewegungsabläufe ist aber nicht durchgängig möglich (Brück, 2009) und die Variation von Tempo und Kör-

perbewegung ist willkürlich (Beller, 2016). Es bestehen Schwierigkeiten, eine begonnene Bewegung rechtzeitig zu unterbrechen (Brück, 2009). Ein notwendiges abruptes Stehenbleiben, wie es im Straßenverkehr erforderlich sein kann, ist möglicherweise nicht gegeben (Brück, 2009). Der Bewegungsdrang der Kinder nimmt zwar ab, ist aber immer noch stark ausgeprägt (Beller, 2016). Kinder können in diesem Alter am Straßenrand stoppen, ohne das Gleichgewicht zu verlieren (Uhr, 2015).

Mit *acht bis neun Jahren* ist die Bewegungsdrangkontrolle entwickelt und unkontrollierte willkürliche Entwicklungen werden unterlassen (Beller, 2016). Grobmotorik und Feinmotorik werden immer schneller und koordinierter ausgeführt (Berk, 2011). Kinder verfügen nun über die für eine Straßenquerung nötige Motorikkontrolle und ein Stehenbleiben am Straßenrand sowie zügiges und direktes Queren sind möglich (Krause in Schlag et al., 2021). Auch bei hinter Sichthindernissen auftauchenden Fahrzeugen können Kinder in diesem Alter am Straßenrand und an der Sichtlinie anhalten (Krause in Schlag et al., 2021). Die motorischen Fähigkeiten zum Fahrradfahren sind nun ebenfalls entwickelt (Limbourg, 1997; Basner & De Marees. 1993) und auch schwierige Manöver können mit dem Fahrrad bewältigt werden (Michaelis & Niemann, 1999). Ausnahmen bilden Kinder mit motorischen Schwächen (Günther & Degener, 2009).

Mit *zehn bis 14 Jahren* erfolgt eine verbesserte Abstimmung der eigenen Bewegung im Verhältnis zu anderen (Plumert et al., 2011). Die Reaktionszeit verbessert sich (Berk, 2011). Mit 13 Jahren bestehen Kinder Motoriktests zum Manövrieren, Beschleunigen und Bremsen mit dem Fahrrad (Arnberg et al., 1978).

Fazit:
Zusammenfassend können Kinder bereits sicher Rennen, Balancieren, Hüpfen und Treppen steigen (Michaelis in Schlag et al., 2021). Die motorische Lernfähigkeit nimmt im Rahmen der kindlichen Entwicklung schnell zu, die Bewegungsabläufe zu koordinieren fällt mitunter jedoch noch schwer (Uhr, 2015). Die Entwicklung ist dabei in hohem Maße interindividuell (Uhr, 2015). Die für den Straßenverkehr notwendigen motorischen Voraussetzungen, wie bspw. für das Herantreten an die Fahrbahn, entwickeln sich zunehmend, variieren aber zwischen den Altersstufen (Michaelis in Schlag et al., 2021).

5.4 Entwicklung des Gleichgewichts

Testung:
Zur Untersuchung des Gleichgewichts können mit Kindern Übungen durchgeführt werden wie Balancieren, auf einem Bein stehen oder Hüpfen.

Im Alter bis zu *drei Jahren* verbessert sich das Gleichgewicht und die Koordination des Gehens zunehmend (Berk, 2011).

Mit *vier bis fünf Jahren* entwickeln Kinder zunehmend motorische Fähigkeiten und Koordination, diese Phase wird auch als „Spieljahre“ bezeichnet (Berk, 2011). Kinder

können freihändig Treppensteigen und dabei das Bein wechseln (Michaelis et al., 1999). Die Fähigkeiten beim Einbeinstand verbessern sich zwischen drei und sechs Jahren um 44% (Bappert & Bös, 2007). Kinder können aus dem Stand hüpfen und ihr Gleichgewicht dabei kontrollieren (Michaelis et al., 2004). Mädchen haben dabei im Durchschnitt bessere Gleichgewichtsfähigkeiten als Jungen (Oberger, 2015). Im Straßenverkehr werden Fahrräder oder Roller nun in Balance gehalten und einfache Manöver sind möglich (Weber et al., 2005). Kinder können sicher und zielgerichtet Dreiräder o. ä. bewegen und können gleichzeitig treten und lenken (Michaelis et al., 1999).

Mit *sechs bis sieben Jahren* können Kinder längere Zeit einbeinig stehen und hüpfen (Michaelis et al., 2004). Die Gleichgewichtsregulation ist in diesem Alter gut trainierbar (Basner & De Marees, 1993). Beim Fahrradfahren funktioniert das Aufsteigen von links und von rechts, Einhändig fahren bereitet jedoch noch Probleme (Arnberg et al., 1978).

Mit *acht bis zehn Jahren* verbessert sich die Abstimmung der eigenen Bewegung im Verhältnis zu anderen Objekten (Berk, 2011). Der Einbeinstand und das Balancieren verbessern sich weiter (Oberger, 2015). Mit *zehn bis elf Jahren* können Kinder Fahrradfahren, ohne beim Verlangsamen zu schwanken und können im Fahren zurückschauen (Michaelis et al., 2004). Ab zehn Jahren werden weniger Fehler beim Umdrehen, Schulterblick und beim Radfahren durch ein Tor gemacht, aber die Leistung ist deutlich schlechter als bei 13jährigen (Arnberg et al., 1978). Die Gleichgewichtskompetenzen sind in diesem Alter grundsätzlich gut entwickelt, die Anwendung im Straßenverkehr ist jedoch für Kinder noch schwierig (Richter in Schlag et al., 2021). Mit ca. zehn Jahren verbessern sich zwar Fähigkeiten, wie bspw. die Balance halten während des Schulterblicks oder das Handzeichen geben während der einhändigen Fahrt, sind aber erst mit ca. 13 Jahren vollständig ausgebildet (Richter in Schlag et al., 2021). Diese Kompetenzen lassen sich jedoch gut trainieren (Richter in Schlag et al., 2021).

5.5 Körperkraft, Schnelligkeit und Geschicklichkeit

Zusammenfassung:
Die Entwicklung der Körperkraft, Schnelligkeit und Geschicklichkeit beginnt mit dem Laufen lernen im Alter von ca. einem Jahr, allerdings bestehen erhebliche interindividuelle Unterschiede.

Testung:
Diese Kompetenzen sind gut trainierbar und lassen sich bspw. durch verkehrsbezogene Übungen, die zunächst im Schonraum erfolgen, testen und weiterentwickeln. Dazu kann der Motoriktest für vier bis sechsjährige (MOT 4–6) von Zimmer und Volkamer (1984) angewendet werden. Mit diesem lässt sich der motorische Entwicklungsstand auf vier motorischen Dimensionen erheben (Zimmer & Volkamer, 1984). Dabei werden verschiedenen Übungen durchgeführt, die von einer möglichst be-

kannten Person erhoben und nach einem Schema bewertet werden (Zimmer & Volkamer, 1984). Bei älteren Kindern kann der Körperkoordinationstest für Kinder (KTK) verwendet werden (Schilling & Kiphard, 1974). Im Rahmen dieses standardisierten Tests wird der Entwicklungsstand der Gesamtkörperbeherrschung und -kontrolle erfasst (Schilling & Kiphard, 1974). Er besteht aus den vier Untertests Rückwärts Balancieren (RB), Monopedales Überhüpfen (MÜ), Seitliches Hin- und Herspringen (SH) und Seitliches Umsetzen (SU; Schilling & Kiphard, 2017).

Entwicklung:
Im Alter bis zu *drei Jahren* nimmt bereits die Geschicklichkeit, Wendigkeit und Schnelligkeit bei Kindern zu und sie können rückwärtsgehen und auf den Zehen stehen (Schneider & Lindenberger, 2012).

Mit *vier bis fünf Jahren* nehmen die motorischen Fähigkeiten und die Koordination zu (Berk, 2011). Motorisch sicheres Fahrradfahren wird ab ca. vier Jahren möglich (Basner & De Marees, 1993). Bis zum Alter von sechs Jahren können Kinder schnell und wendig rennen und Hindernissen geschickt ausweichen (Grobmotorik Phase 13; Beller, 2016). Mit Hilfe von Spielen können motorische Fähigkeiten trainiert werden (Beller, 2016). Kinder verfügen in diesem Alter über die physiologischen Fähigkeiten, im Straßenverkehr einen Fußgängerüberweg zügig zu überqueren, auch im Falle von schlechten Straßenzuständen (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Mit *sechs bis sieben Jahren* entwickeln sich die Fähigkeiten erheblich weiter (Basner & De Marees, 1993). Kinder können nun tanzen und balancieren, die Bewegungen sind jedoch instabiler als bei Erwachsenen, was auf den höheren Körperschwerpunkt zurückzuführen ist (Basner & De Marees, 1993). Die Kompetenzen der Körperkraft, Schnelligkeit und Geschicklichkeit werden verfeinert (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Zwischen *acht und neun Jahren* verringert sich die Reaktionszeit (Hoffmann et al., 2003). Die Fertigkeiten werden in dieser Phase geschickt und ausdauernd trainiert (18. Phase der Grobmotorik, Beller, 2016). Kinder verfügen nun über die motorischen Kompetenzen, im Straßenverkehr einen Fußgängerüberweg zügig und geschickt zu überqueren (Michaelis in Schlag et al., 2021).

5.6 Gehgeschwindigkeit

Zusammenfassung:
Die durchschnittliche Gehgeschwindigkeit von Kindern liegt von sechs bis rund elf Jahren bei 1,1 Metern pro Sekunde (Schnabel & Lohse, 2011). Durch Ablenkungen kann sie jedoch beeinflusst und langsamer werden (Schlag & Richter in Schlag et al., 2021). Wenn sich Kinder in Gruppen in Spielsituationen oder Wettkämpfen befinden, kann die Gehgeschwindigkeit hingegen auch schneller werden (Schlag & Richter in Schlag et al., 2021). Für die Zeit zum Überqueren müssten Lichtsignalanlagen daher angepasst werden, die momentan auf eine Gehgeschwindigkeit von 1,45 Meter pro

Sekunde ausgelegt sind (Schnabel & Lohse, 2011). Diese kann von Kindern und älteren Menschen oft nicht erreicht werden.

Entwicklung:
Kinder *unter drei Jahren* haben eine durchschnittliche Gehgeschwindigkeit von 0,6 Metern pro Sekunde (Schnabel & Lohse, 2011).

Mit *vier bis fünf Jahren* liegt die durchschnittliche Gehgeschwindigkeit bei 0,8 Metern pro Sekunde (Schnabel & Lohse, 2011). Kinder überqueren die Straße häufig schnell im Lauf (Limbourg, 1976).

Mit *sechs bis sieben Jahren* beträgt die durchschnittliche Gehgeschwindigkeit 1,1 Meter pro Sekunde (Schnabel & Lohse, 2011). Beim Gehen kann sie 1,5 Meter pro Sekunde betragen, bei schnellem Gehen 2 Meter pro Sekunde (Burg, 2009, in Barthels & Erbsmehl, 2014). Bei Straßenquerungen gehen Kinder schneller und halten nicht das normale Gehtempo (Limbourg, 1976). Dabei kann sich die Gehgeschwindigkeit abrupt ändern und Kinder können Losrennen, ohne den Straßenverkehr zu sichten (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Mit *acht bis neun Jahren* beträgt die durchschnittliche Gehgeschwindigkeit ebenfalls 1,1 Meter pro Sekunde (Schnabel & Lohse, 2011). 70 bis 80% der Kinder zeigen beim Überqueren von Straßen ein normales Gehtempo (Limbourg, 1976). Sie können Straßen zügig überqueren und ihr Verhalten an die Verkehrssituation anpassen (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Auch mit *zehn bis elf Jahren* beträgt die durchschnittliche Gehgeschwindigkeit von Kindern auch 1,1 Meter pro Sekunde (Schnabel & Lohse, 2011).

Mit *zwölf bis 14 Jahren* liegt die durchschnittliche Gehgeschwindigkeit bereits bei 1,8 Metern pro Sekunde (Schnabel & Lohse, 2011).

Fazit:
Zusammenfassend steigert sich die Gehgeschwindigkeit der Kinder mit zunehmendem Alter und sie können im Straßenverkehr zügig die Straße überqueren (Michaelis in Schlag et al., 2021). Bei jüngeren Kindern ist jedoch keine Orientierung und Sichtung der Verkehrssituation zu erwarten (Michaelis in Schlag et al., 2021).

5.7 Fazit und Ausblick

Erste motorische Kompetenzen im Straßenverkehr können Kinder schon im jungen Alter mit Hilfe verschiedener, so genannter Gleichgewichtsfahrzeuge, wie bspw. Laufräder oder Roller aufbauen (Richter in Schlag et al., 2021). Das Fahrradfahren kann kontinuierlich geübt und dann zunehmend automatisiert werden (Richter in Schlag et al., 2021). Motorische Fähigkeiten müssen im Straßenverkehr jedoch durch Kenntnis der Straßenverkehrsregeln, durch Situationswahrnehmung, Einschätzung

der Absichten der anderen Verkehrsteilnehmer und Handlungsauswahl in der konkreten Situation ergänzt werden (Richter in Schlag et al., 2021). Dies zeigt abermals, wie auch in der Darstellung anderer Kompetenzbereiche (siehe Artikelreihe), dass verschiedene Fähigkeiten zusammenwirken müssen, damit Kinder sicher am Straßenverkehr teilnehmen können.

Verkehrssituationen, wie bspw. das Queren am Fußgängerüberweg, sind komplex und erfordern das Zusammenspiel von Wahrnehmung, Kognition, Aufmerksamkeit und der verschiedenen motorischen Fähigkeiten eines Kindes, die ein sicheres Verhalten gewährleisten (Michaelis in Schlag et al., 2021; Uhr, 2015). Allerdings entwickeln sich die kognitiven Kompetenzen später als die motorischen, die mit ca. neun Jahren ausgebildet sind (Schmied in Schlag et al., 2021). Kinder können somit in diesem Alter in einer Spielplatzumgebung Fahrradfahren, aber nicht in Verkehrssituationen, die kognitiv anspruchsvoll und regelbehaftet sind (Schmied in Schlag et al., 2021). Erst mit ca. 14 Jahren sind die Kompetenzen so weit entwickelt, dass Kinder sicher Fahrradfahren (Schmied in Schlag et al., 2021). Trotzdem die motorischen Fähigkeiten demnach früh entwickelt sind und empirisch gesicherte Erkenntnisse vorliegen, ist für die sichere Verkehrsteilnahme das Zusammenwirken mit anderen Fähigkeiten notwendig und einzubeziehen. Die Umsetzung der bisherigen Erkenntnisse in die Praxis des Straßenverkehrs zeigt noch Defizite, bspw. an der mangelnden Anpassung der Lichtsignalanlagen an die Gehgeschwindigkeit der Kinder.

Tabelle 4: Motorische Entwicklung

	bis 3 Jahre	4 / 5 Jahre	6 / 7 Jahre	8 / 9 Jahre	10 / 11 Jahre	12 / 14 Jahre
Motorische Entwicklung	Kinder weisen in ihrer körperlichen und motorischen Entwicklung gegenüber Erwachsenen Nachteile, wie beispielsweise in der Körpergröße oder Geschwindigkeit auf. Sie besitzen zwar einen kindestypischen Bewegungsdrang, ihre Motorikkontrolle, die u.a. für ein plötzliches Stoppen oder Ausweichen benötigt wird, ist jedoch kaum geübt. Ein Ausgleich der Defizite durch eine bessere Antizipation notwendiger Bewegungen benötigt Erfahrung und ist bei Kindern noch nicht zu erwarten.					
Körpermotorik, Handlungsunterbrechung	Mit zwölf bis 14 Monaten lernen Kinder gehen	Sicheres und geschmeidiges Gehen, auch Hindernisse werden überwunden	Deutliche Verbesserung; können fünf Sekunden einbeinig stehen und hüpfen	Deutliche Verbesserung der psychomotorischen Fähigkeiten	Trainierbarkeit von konditionellen Fähigkeiten steigert sich; fahren potenziell sicher Fahrrad	Großer Entwicklungssprung; Reaktionszeiten entwickelt sich weiter
Körpergröße, Augenhöhe, Körperschwerpunkt	Schnelle Zunahme an Größe und Gewicht; Körperschwerpunkt verändert sich	Rasche Zunahme an Größe und Gewicht; im Durchschnitt 114 cm groß; Blickfeld noch stark eingeschränkt	Körpergröße 121 bis 127 cm; Blickfeld ist eingeschränkt.	Körpergröße 133 bis 138 cm; Überblicksgewinnung verbessert sich		Wachstumsschub; Körperschwerpunkt verändert sich
Motorikkontrolle, Bewegungsdrang, motorische Unruhe, Grob- und Feinmotorik	Kinder können laufen, springen und klettern	Können auf einem Fuß hüpfen; können Bewegungsablauf plötzlich ändern, stehen bleiben oder Richtung ändern; Feinmotorik entwickelt sich; starker Bewegungsdrang und motorische Unruhe	Bewegungsdrang noch stark ausgeprägt; Entwicklungssprung der psychomotorischen Fertigkeiten; Feinmotorik und Koordination entwickeln sich weiter	Bewegungsdrangkontrolle entwickelt sich; Grob- und Feinmotorik wird schneller und koordinierter; Stoppen und Queren möglich	Verbesserte Abstimmung der eigenen Bewegung im Verhältnis zu anderen Objekten	Manövrieren, Beschleunigen und Bremsen mit dem Fahrrad möglich

Entwicklung des Gleichgewichts	Verbesserung des Gleichgewichts und Koordination des Gehens	Zunehmend motorische Fähigkeiten und Koordination; können aus dem Stand hüpfen und dabei Gleichgewicht kontrollieren		Verbesserte Abstimmung der eignen Bewegung im Verhältnis zu anderen Objekten; Einbeinstand und das Balancieren verbessern sich	Motorischen Fähigkeiten des Gleichgewichts sind gut	Verlässliche Anwendung im Verkehr (Balance halten, einhändig Fahrradfahren)
Körperkraft, Schnelligkeit, Geschicklichkeit	Geschicklichkeit, Wendigkeit und Schnelligkeit nehmen zu	Motorischen Fähigkeiten und die Koordination nehmen zu; können schnell und wendig rennen	Starke Entwicklung; können tanzen und balancieren, aber instabiler als Erwachsene	Reaktionszeit verbessert sich; Fertigkeiten werden mit Geschick und Ausdauer trainiert		
Gehgeschwindigkeit	0,6 Meter pro Sekunde	0,8 Meter pro Sekunde	1,1 Meter pro Sekunde; bei Straßenquerungen gehen Kinder schneller	1,1 Meter pro Sekunde; Straßenquerung mit normaler Schrittgeschwindigkeit	1,1 Meter pro Sekunde	1,8 Meter pro Sekunde
Straßenverkehr			Schwierigkeiten bei Sichthindernissen; Fahrrad wird in Balance gehalten; schnelles Überqueren der Straße möglich	Am Straßenrand stoppen, ohne das Gleichgewicht zu verlieren; Körperhaltung aber noch instabil; können beim Fahrradfahren von links und rechts Aufsteigen	Auch schwierige Manöver mit dem Fahrrad möglich, wenn geübt; Stehenbleiben am Straßenrand sowie zügiges Queren über den Fußgängerüberweg sind möglich	Einhändig Fahren und Balance halten beim Fahrradfahren verbessert sich; Reaktionszeit wird besser

6 Kognitive Funktionen

Zusammenfassung:
Entwicklungspsychologische Modelle und Theorien der kognitiven Fähigkeiten von Kindern sind oftmals nicht empirisch belegt, haben sich in der pädagogischen Umsetzung jedoch bewährt. So stellt die Entwicklungstabelle von Beller (2016) die kindliche Entwicklung in acht Bereichen im Alter bis zehn Jahren dar. Anhand dieser kann der Entwicklungsfortschritt der Kinder eingeschätzt werden (Beller, 2016). Piaget (1983) entwickelte ein vierstufiges Modell der kognitiven Entwicklung, indem das Denken zunehmend abstrakt wird. In der ersten, sensumotorischen Phase, lernen sie durch Ausprobieren und Fehler machen (bis zwei Jahre; Piaget, 1983). Die zweite Phase wird als präoperational bezeichnet und die Kinder lernen sprechen und entwickeln ihr Gedächtnis (drei bis sieben Jahre; Piaget, 1983). In der dritten, der konkret-operationalen Phase denken sie zunehmend logisch (sieben bis elf Jahre; Piaget, 1983). Die vierte und formal-operationale Phase ab elf Jahre beinhaltet die Adoleszenz und die Entwicklung des hypothetischen und abstrakten Denkens (Piaget, 1983). Diese und weitere Modelle und Theorien ermöglichen ein vertieftes Verständnis von Fähigkeiten, die im Straßenverkehr von Bedeutung sind, wie Gefahrenkognition, Gefahrenantizipation und dem Regelverständnis. Kognitive Kompetenzen sind eng verbunden mit anderen Entwicklungsbereichen, wie bspw. den visuellen Fähigkeiten (Schätzens von Entfernungen und Geschwindigkeiten) oder der Motorik (Antizipation notwendiger Bewegungen) und stellen somit eine bedeutsame Kernkomponente der kindlichen Entwicklung dar.

Im Verlauf der Kindheit finden starke Entwicklungs- und Lernfortschritte der Kognitionen statt (Schlag & Richter in Schlag et al., 2021). Dabei ist die Ausprägung der kognitiven Funktionen in hohem Maße interindividuell und die Performanz kann intraindividuell stark schwanken. Kinder verfügen zunächst eher über statisches Wissen und entwickeln erst nach und nach ein Verständnis dynamischer Situationsentwicklungen. Sicheres und kontrolliertes Verhalten im Straßenverkehr ist daher, auch bei ausgeprägten Kompetenzen, nicht immer anzunehmen. Zu den für den Straßenverkehr relevanten kognitiven Bereichen zählen neben dem Regelverständnis und der Gefahrenkognition auch die Fähigkeit zur Dezentrierung, also zur Überwindung des egozentrischen Weltbildes. Zudem ist das Verständnis räumlicher Beziehungen und ihrer Veränderung in Bewegung bedeutsam. Kinder erlernen im Laufe der Entwicklung, einzuschätzen, wie sich Situationen in der Zukunft entwickeln können und wie diese vermieden oder bewältigt werden können.

6.1 Konzepterwerb und Dezentrierung

Zusammenfassung:
Der Erwerb von Konzepten der Umwelt sowie die Entwicklung der eigenen Dezentrierung, weg vom egozentrischen Weltbild, stellen bedeutsame Entwicklungsschritte dar. Zur Untersuchung sollte die Abstraktionsfähigkeit bei Kindern getestet werden,

die bedeutsam für die visuelle Suche und die Gefahrenantizipation im Straßenverkehr ist.

Entwicklung:
Kinder im Alter bis zu *drei Jahren* befinden sich nach Piaget (1983) hauptsächlich in der sensomotorischen Phase der kognitiven Entwicklung, d. h. sie sammeln ihre Erfahrungen mit den Sinnesorganen und durch ihre Bewegungen. Nach Bellers Entwicklungstabelle (2016) können Kinder in diesem Altersbereich in der sechsten Phase der Kognitionen Gruppen bilden und bspw. Gegenstände nach einem Merkmal (z.B. Form oder Funktion) ordnen und klassifizieren. Auch eine Unterteilung dieser Gruppen in Untergruppen ist schon möglich. Diese Fähigkeit bildet sich in der achten Phase der Kognitionen aus (Beller, 2016).

Zwischen dem *dritten und dem fünften Lebensjahr* befinden sich Kinder in der präoperationalen Phase der kognitiven Entwicklung (Piaget, 1983). Das Denken wird eher von der Wahrnehmung als von Logik bestimmt und gestaltet sich anschaulich und eindimensional (Piaget, 1983). Daher haben Kinder jüngeren Alters noch vorrangig ein egozentrisches Weltbild und können sich nicht in andere Perspektiven hineinversetzen (Piaget, 1983). Bei Vergleichen von Objekten derselben Klasse zeigt sich die Zentrierung bspw. darin, dass Kinder nur jeweils ein Merkmal beachten (Brooks et al., 2003). Mit steigendem Alter findet zunehmend eine Dezentrierung statt und es können mehrere Attribute gleichzeitig beachtet werden oder Dinge nach einer Reihenfolge geordnet werden (Piaget, 1983). Dabei können jedoch noch keine Kausalitäten aus der Anordnung gezogen werden (Piaget, 1983). Zwischen vier und fünf Jahren bildet sich das Konzeptwissen aus und die Kinder erlernen charakteristische Abläufe (Beller, 2016). Hinsichtlich der Sprachentwicklung benutzen Kinder in dieser Altersstufe primär konkrete Begriffe, die von perzeptuellen Merkmalen abgeleitet werden (Oerter & Montada, 1995), es können aber auch schon abstrakte Begriffe verstanden werden und W-Fragen zum Erkenntnisgewinn über die Welt gestellt werden (Michaelis & Niemann, 2004). Im Hinblick auf das Ordnen und Klassifizieren von Objekten können Vorschulkinder Gegenstände schon nach mehreren Kriterien wie bspw. Größe und Farbe differenzieren (Michaelis & Niemann, 1999).

Im Alter von *sechs bis sieben Jahren* entwickeln Kinder ein logisches, rationales Verständnis für ihre Umwelt (Berk, 2011). Sie erlernen im Zuge des Raumbewusstseins die Unterscheidung von rechts und links, können diese jedoch nur egozentrisch und nicht objektiv auf entgegenlaufende Richtungen anwenden (Paul, 1967). Das abstrakte Denken entwickelt sich in diesem Entwicklungsabschnitt der konkret-operationalen Phase (Piaget, 1983). Die Entwicklung der Dezentrierung beginnt und zwei oder mehrere Objekte können nun in Beziehung zueinander gebracht werden (Piaget, 1983). Bezüglich ihres Verhaltens im Straßenverkehr ist es Kindern ab ca. sieben Jahren zudem möglich, mehrere Situationsmerkmale wie z.B. Geschwindigkeit, Entfernung und Beschleunigung anderer Verkehrsteilnehmer aus verschiedenen Richtungen in ihr Denken zu integrieren (Barton & Schwebel, 2007). Dies ist vor allem in Querungssituationen bedeutsam (Krause in Schlag et al., 2021).

Zwischen dem *achten und neunten Lebensjahr* befinden sich Kinder in der konkret-operationalen Phase der kognitiven Entwicklung, die bis zum zwölften Lebensjahr andauert (Piaget, 1983). Die Abstraktionsfähigkeit nimmt in dieser Phase 17 der Kognitionen zu (Beller, 2016). In diesem Alter wird das Denken zunehmend logischer (Piaget, 1983). Dies zeigt sich darin, dass Kinder zu Klasseninklusionen fähig sind (Piaget, 1983). Sie können bspw. eine Rose den Blumen zuordnen, was voraussetzt, dass verschiedene Blumen miteinander in Beziehung gesetzt und zu einer Oberkategorie zusammengefasst werden. Zudem sind sie zur Konservierung fähig (Piaget, 1983). Das bedeutet, dass Veränderungen der Form oder der Anordnung von Objekten nicht physikalisch bzw. numerisch relevant sind. Kinder sind in der Lage, Reihungen zu erzeugen und Objekte anhand mehrerer Dimensionen und aus verschiedenen Perspektiven zu betrachten (Piaget, 1983). So können verschiedene Objektklassen ineinander geschachtelt systematisiert werden. Das Denken ist jedoch noch vorrangig an anschauliche konkrete Objekte oder Handlungen gebunden (Piaget, 1983). Kinder dieser Altersklasse sind zwar in der Lage, bestimmte Phänomene zu erklären, können aber noch keine Voraussagen treffen (Krause in Schlag et al., 2021). Im Straßenverkehr können Kinder noch nicht abschätzen, wie sich die Verkehrssituation entwickeln wird, da sie komplexe Situationen mit viele Beteiligten nicht überschauen oder Intentionen, bspw. losfahrender parkender Fahrzeuge nicht wahrnehmen (Krause in Schlag et al., 2021).

Mit *zehn bis elf Jahren* findet eine schnelle Zunahme der kognitiven Fähigkeiten statt und logische Denkprozesse entwickeln sich (Berk, 2011). In diesem Alter zeigt sich logisches Denken dadurch, dass Kinder zunehmend abstrakte, konzeptuelle und analytische Begriffe benutzen (Oerter & Montada, 1995). Zudem verstehen Kinder zunehmend doppelte Wortbedeutungen, Metaphern, Ironie und Humor (Berk, 2011).

Im Altersbereich von *zwölf bis 14 Jahren* befinden sich Kinder in der formal-operationalen Phase der kognitiven Entwicklung (Piaget, 1983). Sie sind zu Abstraktionen, selbstständigem Lösen von Problemen und zum Erkennen funktionaler Zusammenhänge fähig (Piaget, 1983). Somit ist das Denken nicht mehr an konkrete Dinge gebunden oder auf gegebene Informationen beschränkt, sondern kann auch auf einer hypothetischen Ebene stattfinden. Bei der Lösung von Problemen können alle logischen Möglichkeiten durchdacht und Kombinationen dieser Möglichkeiten analysiert werden. Kinder entwickeln die Fähigkeit zur Metakognition, können schlüssiger argumentieren und Theorien mit Beweisen koordinieren (Berk, 2011). Bis heute bleibt kontrovers diskutiert, ab wann Kinder zu schlussfolgerndem Denken im Sinne von Induktion und Deduktion, also Erkenntnisgewinnung aus der Theorie oder der Empirie, fähig sind.

Fazit:
Zusammenfassend entwickeln sich die Fähigkeiten der logischen Schlussfolgerungen bereits ab dem Kleinkindalter, dabei werden Relationen zunehmend integriert (Michaelis in Schlag et al., 2021).

6.2 Arbeitsgedächtnis und Verständnis räumlicher Relationen

Zusammenfassung:
Die kognitive Entwicklung des Arbeitsgedächtnisses und des Verständnisses räumlicher Relationen basiert auf Erfahrungen und insbesondere auf eigenständigen Erfahrungen. Die Orientierung im Raum entwickelt sich von der Orientierung, an sogenannten Landmarks (Orientierungspunkten), über Routen hin zu kognitiven Repräsentationen von Netzen. Im Straßenverkehr nehmen diese Funktionen eine große Bedeutung ein, u.a. bei der Auswahl sicherer Überquerungsstellen, bei Blickzuwendungen und der Orientierung.

Testung:
Das räumliche Verständnis und das Arbeitsgedächtnis lassen sich mit Hilfe von Schätzfragen testen (Michaelis in Schlag et al., 2021). Dabei wird erfragt, wie weit Orte wie ein Spielplatz entfernt sind und ob diese weiter entfernt sind als ein anderer Ort (Michaelis in Schlag et al., 2021). Zudem kann man Kindern Bilder unterschiedlich langer und sicherer Wege zeigen und sie entscheiden lassen, welche Route bevorzugt wird (Michaelis in Schlag et al., 2021). Auch zeichnerische oder verbale Wegbeschreibungen zu bekannten Orten oder das Entlangführen auf Wegen sind denkbar und trainierbar (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Entwicklung:
Im Alter bis zu *drei Jahren* lernen Kinder laut Beller (2011) schon, dass die Betrachtung eines Bildes von der Position abhängig ist und drehen bspw. ein Buch, damit es eine gegenüberstehende Person sehen kann. Dies deutet auf das Verständnis unterschiedlicher Positionen im Raum hin und entspricht der achten Phase der Kognition in der Entwicklungstabelle (Beller, 2016). Darüber hinaus findet schon die Entwicklung der Fähigkeit statt, zwischen inneren geistigen und äußeren physischen Abläufen zu unterscheiden (Berk, 2011).

Zwischen *vier und fünf Jahren* beginnen Kinder ein integriertes Verständnis von Entfernung, Dauer und Geschwindigkeit aufzubauen (Siegler & Richards, 1979; Wilkening, 1981). Sie verfügen über eine räumliche Orientierung in nahen Umgebungen und sind zu Nah-Fern-Schätzungen fähig (Beller, 2016). Günther und Limbourgh (1977) konnten zeigen, dass der Geschwindigkeitsbegriff bei 11% der Kinder zwischen vier und fünf Jahren vorhanden ist. Über 85% der Kinder können rechts und links unterscheiden (Van der Molen, 1981), die Verwendung ist allerdings noch fehlerhaft (Körperbewusstsein Phase 13; Beller, 2016). In bekannten und vertrauen Umgebungen ist die Orientierung der Kinder bereits gut (Michaelis in Schlag et al., 2021). Kinder können dort einschätzen, ob die andere Straßenseite weit entfernt ist (Michaelis in Schlag et al., 2021). Ein Entschluss zur Querung erfolgt daher eher an vertrauten Stellen (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Zwischen *sechs und sieben Jahren* können Kinder strukturierte Verkehrssituationen erfassen (Bongard & Winterfeld, 1977). Eine Rechts-Links-Unterscheidung wird nun nicht nur aus der eigenen Perspektive sondern auch beim Gegenüber möglich (Bel-

ler, 2016). 32% der Kinder zwischen sechs und sieben kennen den Geschwindigkeitsbegriff (Günther & Limbourg, 1977). Prozesse, die zur Aufmerksamkeitsteuerung dienen, die abhängig vom Arbeitsgedächtnis ist, dauern jedoch deutlich länger als bei Erwachsenen (Tabibi & Pfeffer, 2007). Einfache strukturierte Verkehrssituationen können vollständig erfasst werden (Bongard & Winterfeld, 1977). Kinder diesen Alters haben jedoch im Straßenverkehr noch Schwierigkeiten bei der Suche nach dem sicheren Weg (Schwebel et al., 2012;). Sie bevorzugen den kürzeren Weg, anstatt des Sicheren (Günther & Limbourg, 1976). Der Weg zur Schule oder zum Spielplatz ist bereits bekannt (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Mit *acht bis neun Jahren* entwickeln Kinder ein Verständnis für räumliche Beziehungen (Berk, 2011). Sie können Richtungen angeben, Karten lesen und zeichnen (Berk, 2011). Der Wechsel zwischen Aufgaben ist allerdings noch nicht vollständig ausgebildet und die Aufmerksamkeitssteuerung dauert länger als bei Erwachsenen (Tabibi & Pfeffer, 2007). 43% der Kinder kennen den Geschwindigkeitsbegriff (Günther & Limbourg, 1977). Bei Entscheidungen zur Querung werden nun sichere Stellen gewählt, auch, wenn diese weiter entfernt liegen und somit einen längeren Weg bedeuten (Günther & Limbourg, 1976).

Zwischen *zehn und elf Jahren* können Kinder verschiedene kognitive Strategien auch gleichzeitig anwenden, wie Elaborieren, Wiederholen und Organisieren (Berk, 2011).

Mit *zwölf bis 14 Jahren* werden selbstständig Handlungsschritte geplant (Uhr, 2015) und eigene Fehler überwacht (Best & Miller, 2010). Kinder in diesem Alter weisen jedoch noch eine längere Reaktionszeit auf als ältere Kinder (Köhler, 1988).

Fazit:
Zusammenfassend basieren die Entwicklung des Arbeitsgedächtnisses und des räumlichen Verständnisses auf den Erfahrungen der Kinder, insbesondere den eigenen. Im bekannten Umfeld verfügen Kinder über eine gute räumliche Orientierung (Krause in Schlag, 2021). Eine sichere Wahl der Wege und die Auswahl sicherer Querungsstellen sind erst im zunehmenden Alter möglich (Krause in Schlag et al., 2021).

6.3 Mentale Modelle und Erwartungen

Zusammenfassung:
Mentale Modelle sind Abbildungen der Wirklichkeit, in denen das Wahrgenommene abgebildet und erklärt wird (Johnson-Laird, 1983). Sie werden zum Lösen von Problemen und zur Verarbeitung von Informationen verwendet. Mentale Modelle spielen auch im Straßenverkehr eine Rolle, wenn Intentionen anderer Verkehrsteilnehmender abgeschätzt werden müssen. Neben den Erwartungen an andere müssen auch eigene Vorstellungen von dem Verkehrsablauf und von den eigenen Möglichkeiten bewusst sein. Im Verlauf der kindlichen Entwicklung entsteht aus der egozentrischen

Sichtweise die Fähigkeit, andere Perspektiven zu übernehmen und Intentionen anderer Verkehrsteilnehmender vorherzusagen.

Testung:
Um die Fähigkeiten zu überprüfen, kann man Kinder verkehrsrelevante Bilder, wie bspw. Zebrastreifen zeichnen lassen oder ihnen Bilder präsentieren und Zweck und Funktion des Dargestellten erfragen (Michaelis in Schlag et al., 2021). Zudem können Rollenspiele durchgeführt werden in denen gegenseitig Positionen eingenommen werden müssen (Schmied in Schlag et al., 2021). In False-Belief-Aufgaben, wie der „Maxi-Aufgabe“ müssen Kinder anhand einer Geschichte einschätzen, was andere Personen wissen können (Wimmer & Perner, 1983). In der Geschichte verlässt das Kind Maxi den Raum und sieht nicht, wie jemand die Schokolade im Raum an einen anderen Ort bewegt. Die Kinder müssen bei der Rückkehr von Maxi einschätzen, wo sie suchen würde und demnach, ob sie wissen kann, was die Beobachtenden wissen. Die Theory of Mind-Fähigkeiten, also die Annahmen über die kognitiven Prozesse anderer Personen, können mit Hilfe einer Skala (ToM-Skala) beurteilt werden (Hofer & Aschersleben, 2004).

Entwicklung:
Bei Kindern *bis drei Jahren* entwickelt sich das Gedächtnis im Rahmen der Objektpermanenz (Piaget, 1983). Sie können sich Menschen, Orte, Gegenstände und Ereignisse ins Gedächtnis zurückrufen und sie wiedererkennen (Berk, 2011). Kinder unter drei Jahren können bereits Kategorisierungen anhand von Merkmalen vornehmen und somit erste mentale Modelle bilden (Berk, 2011). Allerdings können noch falsche mentale Modelle existieren (Limbourg, 2010). Geschlechtsspezifische Vorlieben werden in diesem Alter entwickelt (Berk, 2011).

Mit *vier bis fünf Jahren* entwickelt sich die „Theory of mind“ (Cox, 1991; Sodian et al. 2012). Kinder besitzen nun erste Fähigkeiten, zu wissen, was andere denken und wissen könnten (Sodian, 2012). Sie verfügen bspw. über das Verständnis, dass Fahrzeuge anhalten, wenn sie den Fußgängerüberweg betreten (Michaelis in Schlag et al., 2021). Es kommt mitunter jedoch noch zu falschen mentalen Modellen und Kausalitäten (Limbourg, 2010). Fünfjährige weisen falsche Annahmen über den Zweck und die Funktionen von Reflektoren und Helmen vor (Briem & Bengtsson, 2000). Sie gehen davon aus, dass sie durch die Reflektoren besser in der Dunkelheit sehen und dass ein Helm sie vor dem Herunterfallen vom Rad bewahrt (Briem & Bengtsson, 2000). Auch andere Denkmuster und Schlussfolgerungen können im Straßenverkehr gefährlich sein, wie bspw. die Überzeugung, dass ein Fahrzeug, das sie sehen umgekehrt auch das Kind wahrnimmt (Michaelis in Schlag et al., 2021). Kinder dieses Altersbereiches verfügen zudem noch über magische Denkweisen und animistische Überzeugungen, dass unbelebte Dinge die Eigenschaften von Lebewesen besitzen (Piaget, 1983).

Zwischen *sechs und sieben Jahren* lernen Kinder, zwischen Anschein und Realität und Absicht und unbeabsichtigten Handlungen zu unterscheiden (Berk, 2011; Piaget, 1983). Kinder verfügen bereits über eine Art „Theory of mind“ (Sodian et al., 2012).

Es entsteht das Bewusstsein zweiter Ordnung, nachdem verstanden wird, dass Menschen Annahmen über Annahmen anderer machen (Sodian et al., 2012). Die mentalen Modelle von Funktionsweisen sind meist korrekt (Briem & Bengtsson, 2000). Die vorherigen magischen Vorstellungen werden allmählich durch realistische Erklärungen ersetzt und das Denken wird logischer (Piaget, 1983). So entwickeln Sechs- bis Siebenjährige ein zunehmendes Bewusstsein darüber, dass auch eine sichere Querungsstelle, wie ein Fußgängerüberweg, eine Gefahr darstellen kann (Michaelis in Schlag et al., 2021). Zudem schätzen Kinder ein, was ein Fußgänger denkt, wenn er eine Straße überqueren will (Schmied in Schlag et al., 2021).

Mit *acht bis neun Jahren* entwickelt sich eine gesamtheitliche Perspektive (Underwood et al., 2007). Die Perspektivenübernahme anderer Menschen wird möglich und das Bewusstsein darüber, dass andere ebenso dazu fähig sind, entsteht (Limbourg, 2008). Dies wird selbstreflexive Perspektivenübernahme genannt (Selman, 1984). Außerdem wissen Kinder nun, dass es eine Beziehung zwischen den Perspektiven des Selbst und des anderen gibt (Selman, 1984). Kinder können Perspektivketten bilden und die Reziprozität von Handlungen im Sinne von: „Er tut etwas Gutes für mich – Ich tue etwas Gutes für ihn“ wird nun verständlich (Limbourg, 2008; Selman, 1984). Die reale Existenz von imaginären Figuren wird nun angezweifelt (Beller, 2016). Die eigene differenzierte Perspektive entwickelt sich weiter zu einer gesamtheitlichen, integrierten Perspektive bei älteren Kindern (Underwood et al., 2007), so dass Verkehrssituationen besser eingeschätzt werden können. Kinder versuchen nun einzuschätzen, ob ein Fußgänger die Straße queren möchten (Schmied in Schlag et al., 2021).

Zwischen *zehn und elf Jahren* entwickeln Kinder die Fähigkeit zur wechselseitigen Perspektivenübernahme und können gleichzeitig die eigene und andere Perspektive einnehmen (Limbourg, 2008). Kinder sind zudem fähig, die Perspektive einer dritten Person einzunehmen (Selman, 1984). Im Straßenverkehr können bspw. die Perspektiven zweier Interaktionspartner gleichzeitig eingeschätzt werden (Schmied in Schlag et al., 2021). Fahrerintentionen werden nun vorhersagbar (Cox, 1991) und nonverbale Kommunikation findet statt (Schmied in Schlag et al., 2021).

Mit *zwölf bis 14 Jahren* können Kinder zwischenmenschliche Perspektiven als eine Verflechtung mehrere Kommunikationsebenen in sozialen Gruppen verstehen (Selman, 1984). Sie können Perspektiven generalisieren und auf andere Konzepte anwenden (Selman, 1984). Kinder verstehen im Straßenverkehr, dass Autofahrer dunkel gekleidete Fahrradfahrer oder nicht ausreichend beleuchtete Fahrräder in den Abendstunden schlecht wahrnehmen können (Schmied in Schlag et al., 2021). Ältere Menschen müssen im Straßenverkehr besonders berücksichtigt werden, bspw. wenn sie Straßen überqueren wollen, da sie langsamer reagieren (Schmied in Schlag et al., 2021).

Fazit:
Zusammenfassend haben jüngere Kinder mitunter falsche mentale Modelle und die egozentrische Denkweise steht noch im Vordergrund (Michaelis in Schlag et al., 2021). In der Entwicklung entsteht zunehmend die Vorstellung von Verkehrsabläufen und von den eigenen Möglichkeiten. Von der egozentrischen Sichtweise aus entwickeln Kinder die Fähigkeit, sich in andere hineinzuversetzen. Mit der Fähigkeit der Perspektivenübernahme sind Vorhersagen von Intentionen anderer Verkehrsteilnehmender möglich.

6.4 Regelverständnis und -beachtung

Zusammenfassung:
Im Laufe der kindlichen Entwicklung entsteht ein zunehmendes Verständnis von Regeln und die Steuerung der Regeleinhaltung verschiebt sich von externaler nach internaler Kontrolle (Richter in Schlag et al., 2021). Das bedeutet, dass die Handlungsimpulse zur Regelbeachtung anfänglich durch äußere Einflüsse bestimmt werden, und sich später umwandeln in eine Anpassung der Regeln an internale Zustände (Richter in Schlag et al., 2021).

Testung:
Um das Regelverständnis zu untersuchen, können Kinder befragt werden, was verschiedene Verkehrsschilder bedeuten und wie man sich dementsprechend verhalten muss (Michaelis in Schlag et al., 2021). Nach der Entwicklungstabelle von Beller (2016) können konkrete Nachfragen gestellt werden, was bei Teilschritten beim Queren am Fußgängerüberweg beachtet werden muss. Zudem können Testfilme von Verkehrssituationen gezeigt werden, anhand denen die Kinder darlegen müssen, welche Verkehrsregeln zu beachten sind (Schmied in Schlag et al., 2021). Für externe Beurteilungen können zusätzlich Befragungen von Eltern und Klassenlehrern durchgeführt werden (Schmied in Schlag et al., 2021). An schulischen Verkehrstagen können systematische Verhaltensbeobachtungen erfolgen (Schmied in Schlag et al., 2021). Auch konkrete Testsituationen, wie die schulische Fahrradprüfung, geben Aufschluss über das Regelverständnis und dessen Beachtung.

Entwicklung:
Kinder *unter drei Jahren* befinden sich nach Beller (2016) in der fünften Phase des Umgebungsbewusstseins, kennen einfache Regeln und testen die Reaktionen auf deren Nichtbeachtung aus.

Drei- bis vierjährige Kinder können im Straßenverkehr bestimmte Verhaltensweisen noch nicht erklären, bspw. warum der Fußgängerüberweg genutzt wurde (Briem & Bengtsson, 2000). Sie schauen sich seltener um und warten seltener als ältere Kinder (Briem & Bengtsson, 2000). Verschiedene Verkehrszeichen sind bereits bekannt, wie bspw. das Schild eines Zebrastreifens, die Umsetzung gelingt allerdings nur teilweise (Beller, 2016). Kinder in diesem Alter haben noch kein Verständnis für die Überblicksgewinnung im Straßenverkehr und das mehrfache Schauen in verschiedene Richtung in Querungssituationen (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Mit *vier bis fünf Jahren* entwickelt sich das Regelverständnis zunehmend (Richter in Schlag et al., 2021). Kinder achten darauf, dass andere Regeln einhalten (Beller, 2016). Die Regelbeachtung erfolgt external gesteuert (Elkonin, 1980). In diesem Alter sind Übergeneralisierungen der Regeln möglich (Berk, 2011). Die Handlungsimpulse sind bei Kindern allerdings noch stärker ausgeprägt als das Einhalten von Vorschriften (Elkonin, 1980). Verkehrsregeln, sowie die Pflichten der eigenen Sicherung und Orientierung werden von Kindern zunehmend verstanden und berücksichtigt (Richter in Schlag et al., 2021). Dabei hält sich das Kind häufig erst formal und external gesteuert an die Regeln, später übernimmt es die Regeln und wird internal gesteuert (Richter in Schlag et al., 2021). Die Regeln werden jedoch auch hinterfragt (Richter in Schlag et al., 2021). Kinder kennen mit vier bis fünf Jahren zum Teil Verkehrszeichen und grobe Abläufe, aber es kann zu Fehlern kommen (Michaelis in Schlag et al., 2021). Beispielsweise kennen Kinder die Bedeutung der Verkehrszeichen, können diese aber teilweise nicht umsetzen (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Zwischen *sechs und sieben Jahren* beherrschen ca. zwei Drittel der Kinder einfache Verkehrsregeln, wie Ampelsignale (Bongard & Winterfeld, 1977). Die Funktion der Ampel ist bekannt und die entsprechenden Regelungen werden eingehalten (Beller, 2016). In dieser 16. Phase der Spieltätigkeit nach Beller (2016) werden selbst vereinbarte Spielregeln eingehalten und Spiele mit Regeln werden gebräuchlich (Berk, 2011). Das Einhalten von Regeln wird nun als Pflicht betrachtet, auch wenn niemand die Einhaltung kontrolliert (Beller, 2016). Bei einem Konflikt zwischen der unmittelbaren Handlungstendenz und der Regelvorschrift siegt zunehmend die Regel über den Handlungsimpuls (Elkonin, 1980). Kinder zwischen sechs und sieben Jahren bewältigen bereits bewusst einfache Verkehrssituationen, die sie häufiger erleben (Bongard & Winterfeld, 1977). Dabei verhalten sie sich risikovermeidend (Bongard & Winterfeld, 1977). Komplexe und selten vorkommende Situationen, wie z.B. nicht regelkonformes Verhalten, überfordert sie aber noch (Piaget 1983). Obwohl einfache Verkehrsregeln beherrscht werden, verfügen Kinder über geringe Fähigkeiten, Gefahren bei Straßenquerungen zu erkennen (Michaelis in Schlag et al., 2021). Der Prozess bis zur Initiierung zur Querung dauert bspw. länger als bei Erwachsenen (Pitcairn & Edlmann, 2000). Kinder kennen nun einfache Routen, bleiben bei Rot stehen, auch wenn kein Fahrzeug kommt und wählen den kürzeren, statt den sicheren Weg (Krause in Schlag et al., 2021).

Mit *acht bis neun Jahren* sind die Denkprozesse bei Kindern nicht mehr egozentrisch aber bleiben konkret (Limbourg, 1995). Daher benötigen Kinder Anschauung und können nur konkretes Verhalten an bestimmten Stellen im Verkehrsraum lernen (Limbourg, 1995). Der Transfer des Gelernten auf neue und unbekannte Situationen misslingt noch (Piaget, 1983). Komplexere Regelspiele (Schach) und schwierige Regeln (Abseits beim Fußball) werden verstanden (Oerter & Montada, 1995). In der Praxis ist ein Spiel nach gemeinsamen Regeln möglich (Piaget, 1983). Regeln werden nun von Kindern selbstständig an die (Spiel-) Situation angepasst (Spieltätigkeit Phase 18, Beller, 2016) und die Regelbeachtung wird zunehmend internal gesteuert

(Berk, 2011). Kinder kennen und beachten die wichtigsten Regeln im Straßenverkehr auch beim Radfahren (Umgebungsbewusstsein Phase 18; Beller, 2016).

Mit *zehn bis elf Jahren* nimmt die internale Steuerung der Regelbeachtung zu und komplexe grammatikalische Konstruktionen sind möglich (Berk, 2011).

Zwischen *zwölf und 14 Jahren* können Kinder abstrakt denken (Limbourg, 1995). Diese Fähigkeit ist für die Anwendung von Verkehrsregeln bedeutsam (Piaget, 1983). Das bisher Gelernte kann nun auch übertragen werden, bspw. auf neue Orte und Situationen (Schmied in Schlag et al., 2021).

Fazit:
Zusammenfassend baut sich das Regelverständnis in der kindlichen Entwicklung zunehmend auf (Richter in Schlag et al., 2021). Das Wissen um Regeln besteht dabei früher als das Verständnis der Regeln (Schmied in Schlag et al., 2021). Im Alter von ca. acht Jahren entwickelt sich die so genannte Perspektivübernahme (Schmied in Schlag et al., 2021). Somit können sich Kindern in andere Personen hineinversetzen und überwinden ihre egozentrische Denkweise (Schmied in Schlag et al., 20121. (Verkehrs-)Regeln sowie die Sicherungs- und Orientierungspflicht werden verstärkt verstanden und umgesetzt (Richter in Schlag et al., 2021). Jüngere Kinder halten sich zunächst formal und external gesteuert an die Regeln (Richter in Schlag et al., 2021). Im Laufe der Entwicklung übernehmen sie die Regeln und steuern diese internal (Richter in Schlag et al., 2021). Regeln werden jedoch auch hinterfragt (Richter in Schlag et al., 2021). Bei zugewendeter Aufmerksamkeit ist die Regelbeachtung im Straßenverkehr bei Kindern meist hoch, bei Ablenkung oder in Gruppen entstehen jedoch Probleme und andere Reize werden handlungsleitend (Schlag & Richter in Schlag et al., 2021). Erst ab zwölf Jahren sind Kinder fähig, den Straßenverkehr und die Verkehrsregeln wie Erwachsene zu verstehen (Schmied in Schlag et al., 2021). Obwohl das Verständnis für Verkehrsregeln bei jüngeren Kindern vorhanden ist, bestehen noch Schwierigkeiten bei der Ausübung (Michaelis in Schlag et al., 2021). Mit Vorfahrtsregeln haben Kinder große Schwierigkeiten (Schmied in Schlag et al., 2021). Zwar verstehen sie die Vorfahrtsregeln und erlernen diese an spezifischen Kreuzungen, auf neue Kreuzungssituationen kann das Wissen jedoch nicht übertragen werden (Schmied in Schlag et al., 2021). Auch unbekannte Situationen sind problematisch. So kann bspw. ein Ausfall der Ampelanlage oder eine unbekannte Baustelle Unsicherheit hervorrufen, da die Kinder noch kein entsprechendes situationsspezifisches Verhalten erlernt haben (Schmied in Schlag et al., 2021).

6.5 Gefahrenkognition und -antizipation

Zusammenfassung:
Im Rahmen der Gefahrenkognition und -antizipation besitzen Kindern ein eher statisches Wissen der Gefahren als ein Verständnis dynamischer Entwicklungen der Situation (Schlag & Richter in Schlag et al., 2021). Vor allem die Gefahrenkognition und -antizipation sowie die Regelbeachtung sind anfällig für Ablenkungen (Schlag & Richter in Schlag et al., 2021).

Testung:
Die Gefahrenkognition lässt sich untersuchen, indem man Kinder befragt, warum bestimmte Situationen gefährlich sind und wie man diese vermeiden oder bewältigen kann (Schlag & Richter in Schlag et al., 2021). Situative Übungen, die mögliche Gefahren simulieren, können im Schonraum erfolgen (Schmied in Schlag et al., 2021). Kinder können somit ihr Gefahrenbewusstsein trainieren und entsprechende Verhaltensweisen erlernen (Schmied in Schlag et al., 2021). Zusätzlich können deskriptive Beobachtungsstudien durchgeführt werden (Schmied in Schlag et al., 2021). Zudem kann der Gefahrenwahrnehmungstest GECO angewendet werden (Schützhofer & Banse, 2019). Der Test wird verwendet, um die Fahrtauglichkeit zu erheben. In Videos werden verschiedene dynamische Verkehrssituationen gezeigt und die Teilnehmer müssen Gefahren so schnell wie möglich erkennen, bestimmen und Reaktionen auswählen.

Entwicklung:
Unter drei Jahren verfügen Kinder lediglich über ein rudimentäres Grundverständnis, dass der Straßenverkehr gefährlich sein kann. Sie verstehen die Ursachen der Gefahren allerdings noch nicht und eine Antizipation ist für Kinder nicht möglich (Michaelis in Schlag et al., 2021). Es besteht kein vernünftiges Verständnis von Risiko, Sicherheit und Verkehrsregeln. Im Spiel lassen Kinder Puppen kaum am Straßenrand schauen und warten (Briem & Bengtsson, 2000). Empfohlen wird ein Fernhalten der Kinder von gefährlichen Straßen, aber es sollte auch ein intensives Training in realen, aber risikofreien Situationen begonnen werden (Schmied in Schlag et al., 2021).

Mit *vier bis fünf Jahren* besitzen Kinder ein rudimentäres Konzept von Gefahr (Hill et al., 2000) und ein akutes Gefahrenbewusstsein (Martin & Heimstra, 1973). Gefahren im Alltag sind bereits bekannt (Beller & Beller, 2010). Gefährliche Situationen können teilweise benannt werden, Ursachen und Vermeidungsmöglichkeiten hingegen noch nicht (Hill et al., 2000). Die Gefahren werden noch als umgebungs- und nicht als situationsspezifisch angesehen (Ocio, 1973; Van der Molen, 1981). Im Straßenverkehr werden Straßen schnell und ohne vorherige Orientierung überquert (Limbourg, 1976).

Zwischen *sechs und sieben Jahren* können Kinder gefährliche Situationen besser erkennen und Präventionsmaßnahmen einschätzen sowie die eigene Rolle als Verursacher wahrnehmen (Hargreaves & Davies, 1996). Sie sind sich zunehmend darüber bewusst, dass ihr eigenes Verhalten eine Gefahr für andere Personen darstellen kann (Michaelis in Schlag et al., 2021). 50% der Kinder in diesem Alter erkennen sichere Querungsstellen ohne Training (Van der Molen, 1981). Kinder erkennen gefährliche Situationen jedoch zumeist erst dann, wenn sie sich schon in dieser befinden oder akut gefährdet sind (Limbourg, 1997). Bspw. könnte ein Kind bergab fahren, immer schneller werden und Angst bekommen (Schmied in Schlag et al., 2021). Es entwickelt sich ein akutes Gefahrenbewusstsein, trotzdem ist der Unfall nicht mehr zu verhindern (Schmied in Schlag et al., 2021). Das Unfallrisiko in dieser Altersgruppe steigt kontinuierlich an. Dabei bestehen keine Unterschiede zwischen

ängstlichen und lebhaften, bzw. extrovertierten Kindern hinsichtlich der Unfallhäufigkeit (Schlag et al., 2006).

Mit *acht bis neun Jahren* entwickelt sich das vorausschauende Gefahrenbewusstsein (Limbourg, 1976). Die Wahrnehmung und Antizipation von Risiken ist bei über 85% der Kinder zwischen neun und zehn ausgeprägt (van der Molen, 1981). Allgemeine Maßnahmen zur Gefahrenprävention sind in dieser 17. Phase des Umgebungsbewusstseins nach Beller (2016) bekannt und werden beachtet. Kinder können nun vorausschauend handeln, da sie gelernt haben, durch welche Verhaltensweisen sie Gefahren reduzieren können (Limbourg, 2001). Zum Beispiel reduziert ein Kind bei Regen die Geschwindigkeit in einer Kurve, wenn es in der Vergangenheit ausgerutscht ist (Schmied in Schlag et al., 2021). Eine abschüssige Straße wird als Risiko wahrgenommen und daraufhin die Geschwindigkeit angepasst (Schmied in Schlag et al., 2021). Kinder können teilweise zwischen „Coping"- und „Avoidance"-Strategien im Umgang mit Gefahren, also aktiver Bewältigung und Vermeidung, unterscheiden (Hargreaves & Davies, 1996). Kinder in diesem Alter reagieren weniger impulsiv und reflektieren das eigene Verhalten, wodurch sie zunehmend sicherheitsbewusst handeln (Rollet, 1993). Jungen im Alter von acht bis zehn Jahren zeigen ein riskanteres Verhalten als Mädchen im gleichen Alter (Walesa, 1975).

Mit *zehn bis elf Jahren* entwickelt sich das präventive Gefahrenbewusstsein (Coppens, 1986). Die Antizipation der kommenden Sekunden ist möglich (Whitebread & Neilson, 2000), die Verhaltensinitiierung aber verlangsamt (Pitcairn & Edlmann, 2000). Die Fähigkeit, sichere und gefährliche Querungsstellen zu unterscheiden, ist nun bei Kindern vorhanden (Michaelis & Niemann, 2004), aber es ist mehr Zeit als bei Erwachsenen zum Erkennen erforderlich (Tabibi & Pfeffer, 2003). Kinder auf dem Fahrrad unterschätzen den Zeitbedarf, um eine Straße zu queren, überschätzen aber ihre Fähigkeit, ihr Fahrrad in Bewegung zu setzen (Plumert, et al, 2004; Schwebel & Plumert, 1999). Sie lassen sich auf der Straße zudem noch ablenken (Schmied in Schlag et al., 2021). Die soziale Interaktion mit Gleichaltrigen ist hier als Hauptgrund zu nennen (Walter et al., 2013). So lassen sich Kinder bspw. von einem rufenden Freund ablenken und vergessen die Reihenfolge wichtiger Verhaltensschritte im Straßenverkehr (Schmied in Schlag et al., 2021).

Zwischen *zwölf und 14 Jahren* können Kinder ihre volle Aufmerksamkeit auf den Verkehr richten (Limbourg, 1998).

Fazit:
Zusammenfassend ist in der kindlichen Entwicklung das statische Wissen bzgl. Gefahren eher ausgeprägt als das dynamische Verständnis möglicher Entwicklungen der Situation. Kindern sind bereits alltägliche Gefahren bekannt, auf die sie selbst treffen bzw. auf die sie aufmerksam gemacht werden (Richter in Schlag et al., 2021). Sie verfügen zunächst über ein Bewusstsein akuter Gefahren, die sich im Straßenverkehr bspw. in Form sichtbarer Fahrzeuge darstellen (Richter in Schlag et al., 2021). In Entscheidungen, wie bspw. die Straße zu queren, können mögliche Entwicklungen oder Ursachen der Situationen noch nicht berücksichtigt werden (Richter

in Schlag et al., 2021). Ein vorausschauende Gefahrenbewusstsein entwickeln Kinder erst zwischen acht und zehn Jahren (Richter in Schlag et al., 2021). Dabei werden jedoch Gefahren noch unterschätzt und gleichzeitig die eigenen Fähigkeiten überschätzt (Richter in Schlag et al., 2021). Eine deutliche Verbesserung der Wahrnehmung zeigt sich im Rahmen der Entwicklung des vorausschauenden Gefahrenbewusstseins (Schmied in Schlag et al., 2021). Befinden sich Kinder mit etwa zehn Jahren in der Stufe des Präventionsbewusstseins, ist die Verkehrssicherheit bereits ausreichend hoch (Schmied in Schlag et al., 2018). Mit Hilfe von Einzeltrainings können Sicherheitsstrategien verbessert werden (Thomson, 1997). 50 bis 85% der Kinder können nach einem solchen Training sichere Querungsstellen erkennen (van der Molen, 1981). Eine weitere Studie ergab jedoch, dass Trainings zur Straßenquerung im Labor bei Fünfjährigen zu keiner dauerhaften Änderung des Verhaltens im Realverkehr führten (Young & Lee, 1987). Ob lediglich Realübungen sinnvoll für die Förderung der Fähigkeiten zur Gefahrenkognition sind, kann daher nicht abschließend gesagt werden.

6.6 Erwartungsbildung

Die Erwartungsbildung bildet sich als Teil der kindlichen Entwicklung aus.

Testung:
Die Kompetenzen zur Erwartungsbildung kann man untersuchen, indem man Kinder befragt, was in einer Situation als nächstes passieren wird und welcher Schritt erwartet wird (Michaelis in Schlag et al., 2021). In so genannten „What happens next?"-Übungen sollen entsprechende Situationsentwicklungen vorausgesehen werden (Krause in Schlag et al., 2021).

Entwicklung:
Kinder zwischen *vier und fünf Jahren* befinden sich nach Beller (2016) in der 14. Phase der Kognition und haben Vorstellungen darüber, was andere erwarten und spielen mit deren Erwartungen. Kinder in diesem Alter verfügen über eine Erwartungsbildung aufgrund von Erfahrungen in alltäglichen Situationen und können in bekannten Situationen mögliche Handlungskonsequenzen vorwegnehmen (Beller, 2016). Der Ablauf einer Straßenquerung ist bereits grob bekannt (Krause in Schlag et al., 2021).

Mit *sechs bis sieben Jahren* reflektieren sie das eigene Denken (Kognition Phase 16; Beller, 2016). 44% der Kinder dieses Alters warten mit der Querung einer Straße, obwohl die Fahrzeuge in großer Entfernung sind (Bongard & Winterfeld, 1977).

Mit *acht bis neun Jahren* denken Kinder mehrere Schritte im Voraus und antizipieren mögliche Reaktionen anderer (Kognition Phase 18; Beller, 2016). In Querungsentscheidungen wird Gehörtes und Gesehenes interpretiert und berücksichtigt (Krause in Schlag et al., 2021). Kinder sind sich zunehmend darüber bewusst, dass, wenn die Querung des Fußgängerüberweges begonnen wurde, dieser Handlungsschritt auch

bis zur anderen Straßenseite durchgeführt werden muss (Michaelis in Schlag et al., 2021). Andersfalls führt eine Unterbrechung zur Beeinträchtigung der anderen Verkehrsteilnehmenden (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Zwischen *zwölf und 14 Jahren* ist ein vorausschauendes, protektive Gefahrenbewusstsein vorhanden (Coppens, 1986). Gefahren werden nicht nur bewältigt, sondern vermieden (Coppens, 1986).

Fazit:
Zusammenfassend werden Erwartungen zunehmend von Kindern in kognitiven Prozessen berücksichtigt (Michaelis in Schlag et al., 2021). Emotionen beeinflussen jedoch noch die inneren Verarbeitungsprozesse der Wahrnehmung (Zelazo & Carlson, 2012).

6.7 Fazit und Ausblick

In der Gesamtbetrachtung ist anzumerken, dass belastbare Empirie im Rahmen der Verkehrserziehung nur vereinzelt vorhanden ist und deren entwicklungspsychologische Fundierung lückenhaft ist. Dennoch lassen sich gesicherte Schlussfolgerungen sowie weiterer Forschungsbedarf ableiten.

Im Rahmen der kindlichen Entwicklung bilden sich umfangreiche kognitive Kompetenzen aus, die unter anderem für den Straßenverkehr von Bedeutung sind. Zwischen sechs und elf Jahren nehmen die kognitiven Fähigkeiten schnell zu (Berk, 2011). Die eigene egozentrische Sichtweise entwickelt sich hin zu der Perspektivenübernahme anderer Verkehrsteilnehmer, was Grundlage für die interne Verhaltensregulation ist, aber bisher ungenügend erforscht wurde. Insbesondere mögliche Zusammenhänge zwischen psychosozialer und kognitiver Entwicklung müssen hinsichtlich der Selbstregulation betrachtet werden. Faktoren, die beeinflussen, ob angemessene mentale Modelle von Verkehrssituationen aufgebaut werden, die zu einer korrekten Gefahrenantizipation und Erwartungsbildung in Bezug auf Situationsentwicklungen im Straßenverkehr führen, müssen untersucht werden.

Die Regelbeachtung ist bei Kindern unter Aufmerksamkeit meist hoch, bei Ablenkung bestehen jedoch Probleme, die die Sicherheit im Straßenverkehr gefährden können. Der Einsatz von Realübungen erscheint daher sinnvoll, um ein verkehrssicheres Verhalten zu fördern. Wie sich die Gefahrenkognition und die Gefahrenantizipation im Kindesalter konkret entwickeln, sollte ebenfalls Gegenstand zukünftiger Untersuchungen sein.

Tabelle 5: Kognitive Funktionen

	bis 3 Jahre	4 / 5 Jahre	6 / 7 Jahre	8 / 9 Jahre	10 / 11 Jahre	12 / 14 Jahre
Kognitive Funktionen	Die kognitiven Funktionen weisen starke Entwicklungs- und Lernfortschritte im Verlauf der Kindheit auf. Die Ausprägung ist in hohem Maße interindividuell und die Performanz kann intraindividuell stark schwanken. Es ist eher statisches Wissen vorhanden als ein dynamisches Verständnis der Situationsentwicklungen vorhanden. Das räumliche Verständnis basiert auf eignen Erfahrungen. Die eigene egozentrische Sichtweise entwickelt sich hin zu der Perspektivenübernahme anderer Verkehrsteilnehmer. Eine Regelbeachtung ist bei Kindern unter Aufmerksamkeit meist hoch, bei Ablenkung entstehen jedoch Probleme. Realübungen sind sinnvoll.					
Konzepterwerb und Dezentrierung	Sensumotorisches Denken; Bildung von Gruppen /Klassifizierungen /Kriterien möglich	Voroperationales, anschauliches Denken; eindimensional, keine Kausalitäten oder Berücksichtigung mehrerer Attribute; Konzeptwissen charakteristischer Abläufe vorhanden	Dezentrierung; Berücksichtigung mehrerer Aspekte (Beschleunigung, Entfernung); egozentrische Link-Rechts-Unterscheidung; abstraktes Denken möglich	Konkret-operationales Denken; Berücksichtigung mehrerer Dimensionen; erklärend, aber nicht voraussagend	Logisches, abstraktes, konzeptuelles, analytisches Denken; Anwendung von Metaphern, Ironie und Humor	Formal-operationales Denken; Abstraktes Denken; Metakognition; Argumentation (Theorien und Beweise)
Arbeitsgedächtnis	Unterscheidung innerer (psychischer) und äußerer (physischer) Abläufe	Verständnis von Entfernung, Dauer und Geschwindigkeit wird aufgebaut	Erfassung einfach strukturierter Verkehrssituationen; einfaches Addieren und Subtrahieren	Prozesse zur Aufmerksamkeitssteuerung dauern länger als bei Erwachsenen; Wechsel zwischen Aufgaben noch nicht vollständig ausgebildet	Anwendung verschiedener Strategien: Elaboration, Wiederholen, Organisieren	Planung von Handlungsschritten; Überwachung eigener Fehler
Räumliches Denken	Verständnis unterschiedlicher Positionen im Raum	Räumliche Orientierung in nahen Umgebungen; Nah-Fern-Schätzungen möglich	Rechts-Links-Unterscheidung beim Gegenüber	Richtungen angeben, Verständnis für räumliche Beziehungen		

Mentale Modelle	Gedächtnisentwicklung; Kategorisierung anhand von Merkmalen; Wiedererkennen möglich; noch falsche mentale Modelle	Beginn der Theory of mind: was denken und wissen andere? Mitunter falsche mentale Modelle / Kausalitäten	Unterscheidung zwischen Anschein und Realität / Absicht und unbeabsichtigt; Bewusstsein 2. Ordnung (Menschen machen Annahmen über Annahmen anderer)	Gesamtheitliche Perspektive entwickelt sich; Perspektivenübernahme und Bewusstsein darüber bei anderen	Fahrerintentionen vorhersagbar; Bewusstsein wechselseitiger Perspektiven; Kinder können gleichzeitig eigene und andere Perspektive einnehmen	Verständnis von Perspektiven als Verflechtung mehrerer Kommunikationsebenen; Teilen von Konzepten
Regelverständnis und -beachtung	Einfache Regeln sind bekannt; Austesten von Reaktionen bei Nichteinhaltung	Handlungsimpuls stärker als Vorschriften; externale Steuerung der Regelbeachtung; Übergeneralisierungen möglich	Beachtung von Regeln, auch bei Handlungsimpuls und wenn keine Kontrolle stattfindet; Ausdrücken von Einfühlung; Regeleinhaltung wird zur Pflicht	Komplexe Regeln werden verstanden; Spiel nach gemeinsamen Regeln; Anpassung von Regeln an die Situation	Komplexe grammatikalische Konstruktion; internale Steuerung der Regelbeachtung	
Gefahrenkognition/-antizipation	Vages Grundverständnis von Gefahren im Straßenverkehr, aber Antizipation und Prävention noch nicht möglich, Ursachen nicht benennbar	Rudimentäres Verständnis von Gefahr; Benennung gefährlicher Situationen, aber keine Ursachen / Vermeidungsmöglichkeiten bekannt; Gefahren im Alltag sind bekannt	Nicht vollständig ausgebildet, aber Erkennen von Gefahren und der eigenen Rolle als Verursacher; Präventionsmaßnahmen bekannt; Prüfung von Risiken	Wahrnehmung und Antizipation von Risiken; vorausschauendes Gefahrenbewusstsein; Beachtung von Maßnahmen zur Prävention; Kausalitäten werden verstanden	Antizipation der kommenden Sekunden, aber langsamere Verhaltensinitiierung; präventives Gefahrenbewusstsein vorhanden	Vollständige Richtung der Aufmerksamkeit auf den Verkehr möglich
Erwartungsbildung		Vorstellung darüber, was Andere erwarten, entwickelt sich	Reflektion des eigenen Denkens	Vorausdenken mehrerer Schritte; Antizipation möglicher Reaktionen anderer		Vorausschauendes, protektives Gefahrenbewusstsein; nicht nur Gefahrenbewältigung sondern -vermeidung

Straßenverkehr	Kein vernünftiges Verständnis von Risiko, Sicherheit und Verkehrsregeln; empfohlen wird ein Fernhalten von gefährlichen Straßen, aber es sollte auch ein intensives Training in realen, aber risikofreien Situationen begonnen werden	Kenntnis von Verkehrszeichen und der groben Abläufe aber z.T. Fehler wie: wenn ich PKW sehe, sieht er mich auch; Funktionsweise von Schildern bekannt, aber Umsetzung nur teilweise möglich	Beherrschung einfacher Verkehrsregeln, aber geringe Fähigkeit, Gefahren bei Straßenquerung zu erkennen; Prozeß bis Initiierung zur Querung dauert länger als bei Erwachsenen; bleiben bei Rot stehen, auch wenn kein Pkw kommt; kennt einfache Routen; Wahl des kürzeren statt sicheren Weges	Kennen und Beachtung der wichtigsten Verkehrsregeln; keine Voraussage, wie sich Verkehrssituationen verändern; keine Integration von Komponenten zur allumfassenden Gefahrenbewertung möglich; der sichere, anstatt der kurze Weg wird gewählt	Fähigkeit, sichere und gefährliche Querungen zu unterscheiden; Radfahrer unterschätzen Zeit zum Queren, überschätzen Fähigkeit, Rad in Bewegung zu setzen; Koordinieren von zwei Perspektiven im Straßenverkehr möglich	Längere Reaktionszeit als 15-Jährige

7 Soziale und emotionale Kompetenz

Zusammenfassung:
Das im Straßenverkehr benötigte rationale und geplante Handeln ist bei Kindern vor allem durch Aufmerksamkeitsdefizite und die soziale und emotionale Entwicklungssituation gehemmt. Die soziale und emotionale Kompetenz ist insbesondere bei Ablenkung oder in Gruppen sehr beansprucht und kann die Kommunikationsfähigkeit und das Situationsbewusstsein der Kinder beeinträchtigen (Schlag & Richter in Schlag et al., 2021). Da das Situationsbewusstsein noch nicht ausgereift ist, sehen sie sich im Straßenverkehr nicht primär in ihrer Rolle als Fußgänger oder Radfahrer und verhalten sich daher nicht rollenentsprechend. Teilweise nehmen sie sich selbst im Spiel wahr und verhalten sich nicht verkehrsgerecht, was auf ihre Egozentrizität und Risikofreude zurückzuführen ist. Die Risikofreude betrifft dabei eher Jungen als Mädchen. Bei emotionalem oder sozialem Stress ist die Fähigkeit zur internen Regulation von Emotionen, also durch eigene Ziele und Motive gesteuert, zudem noch eingeschränkt. Aber auch externe Regulationen, also von außen erwartete und verlangte, sind, vor allem bei jüngeren Kindern, noch nicht vollständig möglich.

Es existieren verschiedene Entwicklungsmodelle, die die sozialen und emotionalen Kompetenzen abbilden. So betont Piaget (1983) vor allem die Einbindung der Umwelt, die neue Erkenntnisse schafft oder vorhandene erweitert. Erikson (1973) beschreibt in einem Stufenmodell die psychosoziale Entwicklung bis zum Erwachsenenalter. Dabei bestehen die Stufen jeweils aus Herausforderungen in Form von Konflikten, die überwunden werden müssen (Erikson, 1973). Trotz dieser Erkenntnisse bestehen Lücken der empirischen Forschung auf dem Gebiet der sozialen und emotionalen Kompetenzen und insbesondere deren Bedeutung für die Straßenverkehrsteilnahme. Im Folgenden werden sieben verschiedene Bereiche der sozialen und emotionalen Kompetenz dargestellt und die Entwicklung bis zum Alter von 14 Jahren nach Altersgruppen getrennt beschrieben. Neben dem Situationsbewusstsein zählen dazu bspw. das Selbstvertrauen, die Kommunikationsfähigkeit und die Risikofreude. Um die Kompetenzen zu untersuchen, können verschiedenen Methoden verwendet werden, die in den einzelnen Bereichen beschrieben werden.

7.1 Situationsbewusstsein

Zusammenfassung:
Die Entwicklung des Situationsbewusstseins von Kindern ist noch unzureichend untersucht, vereinzelte empirische Erkenntnisse liegen vor allem für jüngere Kinder vor (Richter in Schlag et al., 2021). Zunächst nehmen Kinder Situationen lediglich wahr, eine Interpretation oder Antizipation der Entwicklung, vor allem in Bezug auf die Gefahrenantizipation, ist erst in höherem Alter möglich (Richter in Schlag et al., 2021). Insbesondere in emotionalen Situationen bestehen noch Schwierigkeiten (Richter in Schlag et al., 2021), ebenso wie unter Ablenkung.

Testung:
Das Situationsbewusstsein kann untersucht werden, indem geprüft wird, ob Kinder die Problematik von Nebentätigkeiten im Straßenverkehr wahrnehmen. Mit Hilfe der Situation Awareness Global Assessment Technique (SAGAT) werden zudem Straßenquerungen simuliert und erfragt, welche Fahrzeuge wahrgenommen wurden, aus welcher Richtung diese kamen und ob es Querungshilfen gab (Endsley, 1988). Zur Einschätzung des Entwicklungsfortschritts kann die Entwicklungstabelle des Umgebungsbewusstseins von Beller (2016) angewendet werden.

Entwicklung:
Unter drei Jahren können sich Kinder bereits an Plätze erinnern, die ihnen am Vortag wichtig waren, wie bspw. ein Sandkasten auf einem Spielplatz (Kognition Phase 5; Beller, 2016).

Mit *vier bis fünf Jahren* erfolgt eine oft spielerische, magische Interpretation der erlebten Situationen (Michaelis et al., 2004).

Mit *sechs bis sieben Jahren* ist das Situationsbewusstsein zumeist noch von Emotionen überlagert (Walter et al., 2012). Beim Fahrradfahren findet oft eine emotionale Beteiligung in Form von Fantasie- und Rollenspielen statt (Walter et al., 2012). Kinder beginnen allerdings zu verstehen, dass sie durch ihr eigenes Verhalten gefährliche Situationen verursachen könnten (Hargreaves & Davies, 1996). Im Straßenverkehr kennen und beachten Kinder in diesem Alter die Funktion der Ampel (Umgebungsbewusstsein Phase 14; Beller, 2016).

Zwischen *acht und neun Jahren* bewältigen Kinder selbständig Wege innerhalb eines bestimmten Radius (Umgebungsbewusstsein Phase 18; Beller, 2016).

Für den Altersbereich *ab zehn Jahren* liegen hinsichtlich der Entwicklung des Situationsbewusstseins noch keine gesicherten Erkenntnisse vor.

7.2 Kommunikationsfähigkeit

Zusammenfassung:
Kinder entwickeln im Rahmen ihrer Kommunikationsfähigkeit nach und nach ein Verständnis expliziter und impliziter Zeichen. Im Straßenverkehr zeigt sich das von dem ersten Schritt „Blickkontakt aufnehmen“ bis hin zur Interpretation von „Vorfahrt gewähren“. Zudem ist es im Straßenverkehr bedeutsam, subtile, handlungsimplizite Kommunikation, wie bspw. ein sich Annähern und beschleunigen wahrzunehmen und zu interpretieren. Unklar ist allerdings noch, ab welchen Alter Kinder die Bedeutung auch nonverbaler Kommunikation verstehen, interpretieren und in ihr Handeln integrieren können.

Testung:
Zur Untersuchung der Kommunikationsfähigkeit können „Strange Stories-Aufgaben“ oder „Silent Films-Aufgaben“ verwendet werden (Devine & Hughes, 2016). Dabei werden den Kindern Geschichten präsentiert, die bspw. Missverständnisse oder Lügen beinhalten und erfragt, ob diese verstanden wurden. In der Übertragung auf den Straßenverkehr können Kindern Filme von nonverbalen Kommunikationen gezeigt werden, die verkehrstypisch sind, und die Absichten und die Bedeutung erfragt werden (Krause in Schlag et al., 2021).

Entwicklung:
Die Kommunikationsfähigkeiten der Kinder entwickeln sich bereits ab einem Alter von *zwei Jahren* (Berk, 2011). Kinder bis zu *drei Jahren* suchen aktiv nach Körperkontakt, insbesondere bei Müdigkeit o. ä. (Michaelis u.a., 2004). Sie beginnen mit anderen Kindern gemeinsam zu spielen (Michaelis et al., 2004).

Mit *vier bis fünf Jahren* schließen Kinder erste Freundschaften und spielen vermehrt interaktiv (Berk, 2011). Sie laden andere ein und werden selbst eingeladen (Michaelis et al., 2004). Die Kommunikationskompetenzen verbessern sich (Berk, 2011). Kinder beginnen kooperative Rollenspiele zu spielen, verkleiden sich und orientieren sich an Vorbildern (Oerter & Montada, 1995). Auch Regelspiele wie Brettspiele und Memory werden in diesem Alter genutzt (Michaelis et al., 2004). Sie beteiligen sich nun aktiv und wollen mithelfen (Michaelis et al., 2004). Die Bereitschaft zu teilen entwickelt sich, sowie die Vorstellung von Gerechtigkeit (Michaelis et al., 2004). Im Straßenverkehr können Kinder die Absichten der anderen Verkehrsteilnehmenden noch nicht absehen und erkennen bspw. nicht, dass Autofahrende sich umsehen, weil sie abbiegen wollen (Krause in Schlag et al., 2018).

Mit *sechs bis sieben Jahren* nutzen Kinder verstärkt ihre Sprache, um Einfühlung auszudrücken (Berk, 2011). Eine nonverbale Kommunikation mit anderen Verkehrsteilnehmenden ist nun im Ansatz möglich, wenn sie erlernt wurde (Berk, 2011). Kinder haben jedoch noch kein Verständnis für die reziproke Kommunikation zwischen ihnen und anderen Verkehrsteilnehmenden (Briem & Bengtsson, 2000). Nonverbale Kommunikationswege, wie bspw. Handzeichen werden zumeist nicht verstanden (Krause in Schlag et al., 2021). Die Absichten anderer Verkehrsteilnehmer können teilweise schon abgeschätzt werden, dies ist aber abhängig von der Komplexität der Situation und der vorhandenen Ablenkung (Krause in Schlag et al., 2021).

Zwischen *acht und neun Jahren* werden die Interaktionen mit Gleichaltrigen sozialer und körperliche Aggressionen nehmen ab (Berk, 2011). Im Straßenverkehr können nun Absichten anderer Verkehrsteilnehmender erkannt und auch nonverbale Kommunikation verstanden werden (Krause in Schlag et al., 2021). So werden Handzeichen oder Lichthupe richtig gedeutet (Krause in Schlag et al., 2021).

Mit *zehn bis elf Jahren* entstehen stabilere Peergruppen und Freundschaften werden auf gegenseitiges Vertrauen aufgebaut (Berk, 2011). Das Verständnis für ambivalente Emotionen entwickelt sich (Schneider & Lindenberger, 2012).

Zwischen *zwölf und 14 Jahren* verbringen Kinder mehr Zeit mit Gleichaltrigen und weniger mit den Eltern und Geschwistern (Berk, 2011). Es kommt zu Konflikten mit den Eltern und die Peergruppen werden engere Bezugsgruppen (Cliquenbildung; Berk, 2011). Es besteht ein Konformitätsdruck durch Gleichaltrige (Berk, 2011). Kinder werden in diesem Alter idealistischer und kritischer (Berk, 2011).

7.3 Egozentrische Erlebnis- und Denkweise versus Perspektivenübernahme und Empathie

Zusammenfassung:
Im Laufe der Kindheit entwickeln sich die egozentrische Denkweise und das selbstzentrierte Erleben hin zu der Kompetenz zur Perspektivenübernahme und Empathie. Die kognitive und soziale Dezentrierung erfolgt. Kinder lösen sich somit im Verlauf der Entwicklung von der Ich-Perspektive und können nach und nach zwischen Perspektiven wechseln. Sie erlernen die Fähigkeit, sich in andere Verkehrsteilnehmende in unterschiedlichen Situationen hinein zu versetzen, deren Intentionen sowie Handlungen zu verstehen und zu antizipieren.

Testung:
Diese Kompetenzen kann man überprüfen, indem man Handlungsabsichten oder nonverbale Äußerungen anderer Verkehrsteilnehmender mit Hilfe von Filmen oder Bildern von Verkehrssituationen erfragt (Krause in Schlag et al., 2021). Verschiedene Videopräsentationen und virtuelle Verkehrswelten können in Abhängigkeit der Altersstufen der Kinder ausgewählt werden (Richter in Schlag et al., 2021). Dabei lässt sich bspw. erfragen, was andere Verkehrsteilnehmende als nächstes machen werden und warum sie bestimmte Handlungen ausführen. Die wechselseitige Perspektivenübernahme kann zudem mit Hilfe standardisierter Beobachtungsbögen für Eltern und Pädagogen erhoben werden (Richter in Schlag et al., 2021).

Entwicklung:
Ab ca. *14 Monaten* können Kinder zwischen einer anderen Person und sich selbst unterscheiden (Meltzoff, 1995). Es besteht jedoch eine egozentrische Sichtweise (Berk, 2011).

Mit *vier bis fünf Jahren* ist die egozentrische Sichtweise noch vorherrschend (Piaget, 1983). Eine egozentrische Perspektivenübernahme und damit die Wahrnehmung von Unterschieden zwischen sich selbst und anderen entwickelt sich zunehmend (Selman, 1984). Kinder befinden sich nach Warwitz (2009) noch bis zum Alter von sieben Jahren auf der Stufe der subjektiven Interessen. Sie können mögliche Handlungskonsequenzen nun im Voraus verbalisieren (13. Stufe der Sozial-emotionalen Entwicklung; Beller, 2016). Sie verstehen allerdings noch nicht, warum sie mit anderen Verkehrsteilnehmenden kommunizieren sollten (Briem & Bengtsson, 2000). Ihre Handlungen im Straßenverkehr werden nur durch ihre eigenen Absichten und Interessen bestimmt (Krause in Schlag et al., 2021). Die eigenen Wünsche, wie bspw. eine Straßenquerung, haben Vorrang vor den Interessen der anderen Verkehrsteil-

nehmenden (Michaelis in Schlag et al., 2021). Auch eine nonverbale Blickkommunikation zur Signalisierung der Querungsabsicht ist bei Kindern noch nicht zu erwarten (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Mit *sechs bis sieben Jahren* ist der Egozentrismus der Kinder noch vorherrschend (Limbourg, 2010). 60% der Sieben- bis Achtjährigen fokussieren sich bei der Beurteilung einer Situation auf ihre eigenen Perspektive (Flavell, 1992). Kinder entwickeln in diesem Alter die so genannte Überzeugung zweiter Ordnung (Piaget, 1983). Das bedeutet, sie können sich vorstellen, welche Informationen andere haben (Piaget, 1983). Sie entwickeln ein Verständnis dafür, dass andere Personen eine andere Perspektive haben (subjektive Perspektivenübernahme; Selman, 1984), können sich jedoch immer nur auf eine Perspektive konzentrieren (Limbourg, 2007). Kinder entwickeln zudem ein Verständnis, darüber, dass wahre Gefühle verdeckt oder überspielt werden können (Sozial-emotionale Entwicklung, Phase 15; Beller, 2016). Der Unterschied zwischen beabsichtigter und unbeabsichtigter Handlung ist bekannt (Piaget, 1983). Kinder beginnen sich nun an ihrer Peergruppe zu orientieren (Berk, 2011). Im Straßenverkehr beginnen Kinder die eigene Rolle als mögliche Verursachende in riskanten und gefährlichen Situationen zu erkennen (Hargreaves & Davies, 1996). Es bestehen aber immer noch Schwierigkeiten, sich in andere Verkehrsteilnehmende hinein zu versetzen (Michaelis in Schlag et al., 2021). So ist für eine Querung lediglich die eigene Perspektive relevant und die Perspektiven anderer Verkehrsbeteiligter werden nicht berücksichtigt (Michaelis in Schlag et al., 2021). Kinder denken immer noch, dass Autofahrende genau das gleiche sehen wie sie selber (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Mit *acht bis neun Jahren* können Kinder sich in die Perspektive anderer hineinversetzen und wissen, dass andere dies ebenso können (Limbourg, 2010). Sie können Ketten von Perspektiven bilden und bspw. einschätzen, was eine andere Person über das eigene Wissen sagen kann (Selman, 1984). Eine selbstreflektierende Perspektivenübernahme ist damit möglich (Selman, 1984). Bei der Interpretation von Gefühlen anderer achten Kinder nun auf den Gesichtsausdruck und Kontext (Berk, 2011). Sie machen eigenständig den Vorschlag, dass Spielregeln verändert werden können, wenn bspw. Jüngere mitspielen (Spieltätigkeit, Phase 18; Beller, 2016). Im Umgang mit Gefahren können Kinder teilweise zwischen Bewältigungs- und Vermeidungsstrategien unterscheiden (Hargreaves, 1996). Im Straßenverkehr können sich Kinder in diesem Alter in die Perspektive anderer Verkehrsteilnehmender hineinversetzen und können nonverbal mittels Blickkontakt ihre Querungsabsicht kommunizieren (Michaelis in Schlag et al., 2021). Sie können nun auch Perspektiven anderer einnehmen, wenn die Verkehrssituation sich ändert (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Ab *zehn Jahren* ist die Betrachtung von mehr als zwei Perspektiven möglich (Selman, 1984). Mit zehn bis elf Jahren entwickelt sich die wechselseitige Perspektivenübernahme (Limbourg, 2008). Kinder können nun bspw. aus einer zwei-Personen-Interaktion heraustreten und sich in die Perspektive einer dritten versetzen (Selman, 1984).

Mit *zwölf bis 14 Jahren* nehmen Geschlechtsstereotype zu (Berk, 2011).

Fazit:
Zusammenfassend herrscht bei jüngeren Kindern eine egozentrische Denkweise vor, die ein Hineinversetzen in andere Verkehrsteilnehmende noch verhindert (Michaelis in Schlag et al., 2021). Ab sechs bis sieben Jahren entwickelt sich mit der beginnenden Dezentrierung die Perspektivenübernahme und damit das Hineinversetzen in die Handlungsintentionen anderer Verkehrsteilnehmender (Richter in Schlag et al., 2021). Erst mit acht bis neun Jahren können Kinder nonverbal kommunizieren und erkennen Risiken aus der Sicht anderer (Michaelis in Schlag et al., 2021).

7.4 Risikofreude

Zusammenfassung:
Kinder zeigen oft Freude an hohen Geschwindigkeiten sowie Quer- und Längsbeschleunigungen. Sie testen im Sinne der Risikobereitschaft ihre eigenen Grenzen aus und zeigen so genanntes Sensation Seeking. Das bedeutet, sie sind auf der Suche nach neuen Eindrücken und Reizen, sind anfällig für Langeweile und sind auf der Suche nach Abenteuern. Diese Risikofreude ist stark persönlichkeitsabhängig und Jungen sind in allen Altersgruppen risikobereiter als Mädchen (Walesa, 1975). In einer Studie von Schlag und Kollegen (2006) nutzten Kinder, die durch Eltern als eher weniger risikobereit eingeschätzt wurden, mehr Präventionsmaßnahmen. Auch der Gruppeneinfluss kann eine Rolle spielen.

Testung: Zur Untersuchung der Risikofreude können Items der Sensation-Seeking-Skala von Zuckermann (1974) verwendet werden, die vier Subskalen enthält. Zudem können die Risiken bei der Straßenquerung analysiert werden, indem man die TTC / TTA (Time to collusion / arrival) unter verschiedenen Bedingungen untersucht.

Entwicklung:
Mit *sechs bis sieben Jahren* schätzen Kinder Risiken im Alltag ein und wissen, dass diese von bestimmten Faktoren wie dem eigenen Können abhängen (Umgebungsbewusstsein Phase 15, Beller, 2016).

Zwischen *acht und neun Jahren* entwickelt sich zunehmend die Fähigkeit zu einem reflektierten, weniger impulsiven und sicherheitsbewussteren Verhalten (Rollett, 1993). Präventionsmaßnahmen, wie z.B. einen Helm tragen, können jedoch zu vermehrter Risikobereitschaft führen (Lasenby-Lessard & Morrongiello, 2011).

Mit *acht bis zehn Jahren* agieren Kinder gewinnorientierter (Walesa, 1975). Jungen sind risikofreudiger als Mädchen (Walesa, 1975).

Im Jugendalter von *zwölf bis 14 Jahren* steigt die Risikobereitschaft vor allem, wenn die eigene Leistungsfähigkeit als Ursache des Risikos gesehen wird (Walesa, 1975).

7.5 Selbstvertrauen

Zusammenfassung:
Das Selbstvertrauen entwickelt sich nach Erikson (1973) stufenweise. Dabei benötigen Kinder die Unterstützung von Erwachsenen (Erikson, 1973). Das Selbstvertrauen ist ein wesentlicher Faktor für die Entwicklung der Selbständigkeit und verbessert u.a. die selbstständige Handlungskompetenz während der Verkehrsteilnahme. Das Ziel der Entwicklung und Förderung des Selbstvertrauens ist es, diese selbstständige Handlungskompetenz zu erreichen. Meist existiert bei Kindern bereits eine starke Motivation zu mehr Selbständigkeit, auch in der Mobilität. Der Wunsch nach mehr Selbstständigkeit besteht zunächst mit rund sechs Jahren als Fußgänger und ab acht Jahren als Fahrradfahrer. Es kann allerdings zu Problemen kommen, wenn Kinder sich selbst überschätzen (eher Jungen) oder zu ängstlich sind (eher Mädchen; Schlag & Richter, 2002).

Testung:
Zur Untersuchung können mit Kindern hypothetische Dilemmata in Anlehnung an die moralischen Dilemmata von Kohlberg (1996) besprochen werden, die sich auf Verkehrssituationen beziehen (Richter in Schlag et al., 2021). Man kann zudem Kinder bei Übungen führen lassen und beobachten, wie sie sich verhalten (Richter in Schlag et al., 2021).

Entwicklung:
Im Alter *unter drei Jahren* verfügen Kinder bereits über das Urvertrauen (Eriksen, 1973). Die Autonomie beginnt sich auszubilden und das Selbstwertgefühl entwickelt sich (Berk, 2011). Kinder beginnen Dinge selbst zu machen, eigene Möglichkeiten auszuprobieren und erfreuen sich an den Effekten (Schlag, 2013; Oerter & Montada, 1995).

Mit *vier bis fünf Jahren* möchten Kinder Aufgaben allein bewältigen (Erikson, 1973). Im Konflikt dieser Stufe steht nach Erikson (1973) die Initiative dem Schuldgefühl gegenüber. Das bedeutet, dass Kinder nun lernen, die Umwelt selbstständig auf eigene Initiative zu erkunden und sich das Gewissen und somit Schuldgefühle entwickeln (Erikson, 1973). Der erfolgreiche Umgang mit beiden Aspekten führt zur Bewältigung dieser Stufe (Erikson, 1973). Auch die individuelle Anspruchsniveausetzung beginnt (Schlag, 2013; Oerter & Montada, 1995). Kinder haben nun häufiger selbstbezogene Gefühle (Berk (2011). Die Emotionsregulation bei alltäglichen Ereignissen entwickelt sich und es besteht eine gewisse Toleranz gegenüber Enttäuschung (Michaelis & Niemann, 1999). Das Selbstvertrauen ist jedoch noch stark störbar und wird von Emotionen überlagert (Walter et al., 2013).

Mit *sechs bis sieben Jahren* entwickelt sich die Leistungsmotivation stark (Erikson, 1973; Schlag, 2013). In dieser Stufe zwischen Werksinn und Minderwertigkeitsgefühl steht nach Erikson (1973) der Konflikt, dass Kinder etwas Sinnvolles tun und erschaffen wollen, ohne sich zu über- oder unterschätzen. Kinder wollen Leistungen erbringen, um anerkannt zu werden (Erikson, 1973). Bei Unterschätzung kann es zu Min-

derwertigkeitsgefühlen kommen, bei Überforderungen scheitern sie (Erikson, 1973). Sie sind nun unabhängiger von Bezugspersonen und erforschen ihre eigenen Grenzen (Kellman & Arterberry, 2006). Die individuelle Anspruchsniveausetzung prägt sich in diesem Alter zunehmend aus (Schlag, 2013; Oerter, 2010). Kinder überschätzen jedoch ihre körperlichen Fähigkeiten (Plumert, 1995) und es erfolgt eine starke Überschätzung im Selbstkonzept (Harter, 1999; Mantzicopoulos, 2006). Die Fähigkeit, emotionale Reaktionen anderer zu interpretieren und vorherzusagen verbessert sich (Berk, 2011). Im Straßenverkehr entwickelt sich der Wunsch nach selbstständiger Mobilität als Fußgänger (Schlag et al., 2018). Dabei sind jüngere Kinder und Mädchen generell ängstlicher als ältere bzw. Jungen (Gullone & King, 1993).

Mit *acht bis neun Jahren* verbessert sich die kognitive Selbstregulation, Kinder werden verantwortungsbewusster und unabhängiger (Berk, 2011). Sie verfügen nun über Strategien zur Gefühlsregulation (Berk, 2011). Die Ambiguitätstoleranz, also die Fähigkeit, mehrdeutige Situationen und widersprüchliche Handlungsweisen zu verarbeiten, entwickelt sich (Mead, 1973). Zwischen sechs und elf Jahren bildet sich das Verständnis des eigenen Selbst aus, das Selbstwertgefühl wird differenzierter und realistischer (Berk, 2011). Da Kinder sich noch im Konflikt zwischen Werksinn und Minderwertigkeitsgefühl befinden, ist es wichtig, Anerkennung zu finden ohne Gefühle der Unzulänglichkeit auszubilden (Erikson, 1973). Im Straßenverkehr besteht der Wusch nach selbstständiger Mobilität als Fahrradfahrender (Schlag et al., 2018). Bei Jungen besteht die Gefahr der Selbstüberschätzung während bei Mädchen die Gefahr der Ängstlichkeit besteht (Schlag & Richter, 2002).

Mit *zehn bis elf Jahren* unterscheiden Kinder in ihren Leistungen zwischen Anstrengung und Fähigkeit (Schlag, 2013; Oerter, 2010). Kinder fahren selbstständig Fahrrad, überschätzen allerdings ihre Fähigkeiten, ihr Fahrrad schnell in Bewegung zu setzen (Plumert et al., 2004; Schwebel & Plumert, 1999).

Mit *zwölf bis 14 Jahren* entwickelt sich eine zunehmende emotionale Unabhängigkeit von Erwachsenen und den Eltern (s. Havighursts Entwicklungsaufgaben, 1972). Kinder stehen in dieser Stufe nach Erikson (1973) zwischen der eigenen Identität und der Ich-Identitäts-diffusion. Das bedeutet, dass sie ihre Rolle in sozialen Gruppen und in der Gesellschaft ergründen und ihre Ich-Identität ausbilden (Erikson, 1973). Um dieser Stufe zu bewältigen, ist Selbstvertrauen notwendig (Erikson, 1973). Gelingt dies nicht, befinden sie sich in einer Identitätsdiffusion und suchen bspw. Gruppen mit Strukturen (Erikson, 1973).

Fazit:
Zusammenfassend ist die Entwicklung des Selbstvertrauens bedeutsam, um Handlungen in unbekannten Situationen ausführen zu können (Richter in Schlag et al., 2021). Mit zunehmendem Selbstvertrauen verbessert sich die selbstständige Verkehrsteilnahme, allerdings kann es auch zu Selbstüberschätzung und Ängstlichkeit kommen (Richter in Schlag et al., 2021).

7.6 Externale Regulation und Moralentwicklung

Zusammenfassung:
Im Laufe der Entwicklung befolgen Kinder vorhandene Regeln zunächst nur aufgrund der Folgen, die bei Missachtung zu befürchten sind, was als externe Regulation bezeichnet wird. Mit zunehmendem Alter werden die erlernten Regeln internalisiert und die Kinder befolgen sie aufgrund eigener Überzeugungen. Die eigenen erwarteten Vorteile sind somit nicht mehr alleinige Handlungsgrundlage für Kinder.

Testung:
In Testungen der externalen bzw. internalen Regulation können Modellbeobachtungen durchgeführt werden und erfragt werden, ob Lob- und Straferwartungen vorhanden und für die Handlungen der Kinder bedeutsam sind (Richter in Schlag et al., 2021). Kohlbergs (1995) moralische Dilemmata können auch in diesem Bereich auf Verkehrssituationen bezogen werden.

Entwicklung:
Bis zum Alter von *drei Jahren* wollen Kinder Strafen vermeiden und folgen dem Prinzip von Autorität, Gehorsam, Lob und Strafe (Kohlberg, 1996; präkonventionelles Niveau der Moralentwicklung; Oerter & Montada, 1995).

Mit *vier bis fünf Jahren* befinden können Kinder zwischen Absicht und Versehen unterscheiden (13. Stufe der Sozio-emotionalen Entwicklung; Beller, 2016). Sie achten darauf, dass andere Regeln einhalten (Beller, 2016).

Mit *sechs bis sieben Jahren* stehen die eigenen Bedürfnisse im Mittelpunkt und es findet ein instrumenteller Austausch mit anderen statt (Kohlberg, 1996).

Zwischen *acht und neun Jahren* befinden sich Kinder auf einem konventionellen Niveau der Moralentwicklung (Kohlberg, 1996). Sie orientieren sich an Erwartungen, Beziehungen und Konformitäten zum Erhalt von Zuneigung (Kohlberg, 1996). Die Beurteilung von gerechten Verteilungen entwickelt sich von der Gleichheit aus, über die Bevorzugung bis hin zur Wohltätigkeit (Berk, 2011).

Mit *zehn bis elf Jahren* berücksichtigen Kinder bei der Bewertung von Handlungen nicht mehr nur deren Folgen, sondern auch die dahinterstehende Absicht (18. Stufe der Sozio-emotionalen Entwicklung; Beller, 2016).

Mit *zwölf bis 14 Jahren* orientieren sich Kinder an Gesetzen und Ordnungen der Gesellschaft und nicht mehr nur an Vorschriften von Bezugspersonen (Kohlberg, 1996).

7.7 Internale Regulation und emotionale Stabilität

Zusammenfassung:
Im Anschluss an die externale Regelsteuerung entwickeln Kinder eine Regelbeachtung aus eigener Überzeugung heraus. Das Ziel ist es, Regeln nicht nur aus Angst

vor Strafe (external) zu beachten, sondern aus Überzeugung (internal; Schlag & Richter in Schlag et al., 2021). Durch die zunehmenden moralischen Grundwerte und das bessere Verständnis von Verkehrssituationen wird auch eine Anpassung an unerwartete Situationen vermehrt möglich. Dabei sind die eigenen Bedürfnisse und die Anforderungen innerhalb einer Gruppe oft noch stärker bestimmend als die externen Anforderungen des Straßenverkehrs (Schlag & Richter in Schlag et al., 2021). Gerade im beginnenden Jugendalter sind sprunghafte Wechsel der Regelbefolgung möglich (Schlag & Richter in Schlag et al., 2021).

Testung:
Zur Überprüfung der internalen Regulation und Stabilität werden Kohlbergs (1995) moralische Dilemmata auf Verkehrssituationen bezogen. Zudem kann der Test zur emotionalen Stabilität und Kontrolle (KEKS) von Schützhofer und Banse (2018) für Jugendliche auf die Zielgruppe der Kinder übertragen werden.

Entwicklung:
Bis zum Alter von *drei Jahren* verfügen Kinder bereits über erste selbstbezogene Emotionen wie Scham und Stolz sowie Emotionen wie Verlegenheit und Schuld (Berk, 2011; Schlag, 2013). Sie beginnen Sprache zur emotionalen Selbstregulierung zu nutzen und Selbstkontrolle zu entwickeln (Berk, 2011).

Mit *vier bis fünf Jahren* zeigen Kinder häufiger selbstbezogene Gefühle (Berk, 2011). Sie entwickeln eine Emotionsregulation bei alltäglichen Ereignissen sowie eine gewisse Toleranz gegenüber Enttäuschungen (Michaelis et al., 2004). Kinder in diesem Alter weisen jedoch eine starke Störbarkeit und Überlagerung durch Emotionen auf (Walter et al., 2013). Bis ca. fünf Jahre ist die emotionale Stabilität stark reizabhängig, die Eigensteuerung der Aufmerksamkeit ist mangelhaft (Walter et al., 2013). Eine längere willentliche Aufmerksamkeitssteuerung überfordert die Kinder (Walter et al., 2013).

Mit *sechs bis sieben Jahren* verbessert sich die Fähigkeit, emotionale Reaktionen anderer zu interpretieren und vorherzusagen (Berk, 2011). Dabei wird Sprache verstärkt genutzt, um Einfühlung auszudrücken (Berk, 2011). Die Emotionsregulation bei alltäglichen Ereignissen wird stärker und es entwickelt sich eine gewisse Toleranz gegenüber Enttäuschung (Michaelis & Niemann, 1999).

Zwischen *acht und neun Jahren* verbessert sich die kognitive Selbstregulation und Kinder werden verantwortungsbewusster und unabhängiger (Berk, 2011). Der Belohnungsaufschub (delay of gratification) nach Mischel (1971) wird, abhängig von Vertrauen, immer häufiger (Oerter & Montada, 1995). Das bedeutet, dass größere Belohnungen, auf die die Kinder warten müssen, den kleineren sofortigen Belohnungen vorgezogen werden.

Mit *zehn bis elf Jahren* verfügen Kinder über Strategien zur Gefühlsregulation (Berk, 2011). Die Ambiguitätstoleranz, also das Ertragen von Widersprüchlichkeiten und unterschiedlichen Rollenerwartungen, entwickelt sich (Mead, 1934, 1973).

Zwischen *zwölf und 14 Jahren* haben Kinder Stimmungsschwankungen im Zusammenhang mit der Geschlechtsreifeentwicklung, werden teilweise befangener und stärker auf sich selbst zentriert (Berk, 2011).

7.8 Fazit und Ausblick

Die sozialen und emotionalen Fähigkeiten im Kindesalter sind, ähnlich wie andere Kompetenzbereiche, noch nicht umfassend empirisch untersucht und ihre Bedeutung für den Straßenverkehr nicht ausreichend belegt. Zudem sind auch hier die Interaktionen mit anderen Kompetenzen zu beachten. Die Gefahrenkognition und -antizipation kann bspw. erst gelingen, wenn bestimmt sensorische Funktionen eng verbunden sind mit der Aufmerksamkeitszuwendung und den kognitiven und emotional-sozialen Kompetenzen, wie dem Situationsbewusstsein.

Weiterer Forschungsbedarf im Bereich der emotionalen und sozialen Fähigkeiten besteht vor allem hinsichtlich der internen Verhaltensregulation von Kindern im Straßenverkehr, die gemeinsam mit den kognitiven Kompetenzen betrachtet werden muss. Zudem sollten die Entwicklung der Kommunikationskompetenz und der Perspektivenübernahme im Straßenverkehr untersucht werden, die für die sichere Verkehrsteilnahme von großer Bedeutung sind. Vor allem die Frage, wann die zunächst egozentrische Sicht- und Denkweise abgelöst wird von der Perspektivenübernahme ist zu beantworten. Forschungsbedarf besteht weiterhin hinsichtlich der Entwicklung und Störbarkeit des Situationsbewusstseins, das sich im Straßenverkehr vor allem auf die Aufmerksamkeit auswirken kann. Für die Förderung der sicheren Verkehrsteilnahme ist es ebenso bedeutsam, zu untersuchen, wie der Übergang von der external gesteuerten Regelbeachtung aus Angst vor Strafe hin zur internalen Steuerung durch Überzeugung unterstützt werden kann. Entsprechende Erkenntnisse sollten in die schulische Verkehrserziehung von Kindern eingebunden werden.

Tabelle 6: Soziale und emotionale Kompetenz

	bis 3 Jahre	4 / 5 Jahre	6 / 7 Jahre	8 / 9 Jahre	10 / 11 Jahre	12 / 14 Jahre
Soziale und emotionale Kompetenz	Gerade in Gruppen und bei Ablenkung sind die soziale und emotionale Kompetenz von Kindern und die Fähigkeit zur Selbstregulation besonders gefordert. Diese haben einen Einfluss auf das Situationsbewusstsein, die Kommunikation, Risikofreude und den emotionalen Zustand. Das Selbstvertrauen ist wesentlich für die Entwicklung der Selbständigkeit und verbessert u.a. die selbstständige Verkehrsteilnahme. Das Hineinversetzen in die Handlungsintentionen anderer Verkehrsteilnehmer ist ab sechs bis sieben Jahren mit beginnender Dezentrierung möglich. Hinsichtlich der Regelbeachtung besteht das Ziel darin, Regeln nicht nur aus Angst vor Strafe (external) zu beachten, sondern aus Überzeugung (internal). Die empirische Forschung auf dem Gebiet der sozialen und emotionalen Kompetenzen zeigt noch breite Lücken auf. Beispielsweise ist unklar, wie sich das Situationsbewusstsein entwickelt und wie störbar es ist.					
Situationsbewusstsein	Kinder können sich an Plätze erinnern, die am Vortag wichtig waren	Spielerische, magische Interpretation der Situation	Situationsbewusstsein oft von Emotionen überlagert; beginnendes Verständnis, gefährliche Situationen zu verursachen	Bewältigen selbständiger Wege im engeren Radius		
Kommunikationsfähigkeit	Suchen Körperkontakt; spielen mit anderen Kindern	Freundschaften schließen; interaktives Spielen; kommunikative Kompetenz verbessert sich	Verstärkte Nutzung von Sprache, um Einfühlung auszudrücken; noch kein Verständnis für reziproke Kommunikation	Interaktionen mit Gleichaltrigen werden sozialer	Stabilere Peergruppen und Freundschaften; Verständnis für ambivalente Emotionen	Peergruppen werden enger; Konflikte mit Eltern nehmen zu
Egozentrische Erlebnis- und Denkweise versus Perspektivenübernahme und Empathie	Egozentrische Sichtweise vorherrschend	Egozentrische Perspektivenübernahme und damit Wahrnehmung von Unterschieden zwischen selbst und anderen entwickelt sich	Lediglich Konzentration auf eine Perspektive möglich; Egozentrismus vorherrschend; Überzeugung zweiter Ordnung entwickelt sich (Vorstellungen über Informationen anderer)	Können andere Perspektiven übernehmen, wissen über gleiche Fähigkeiten anderer Bescheid; Unterscheidung von Bewältigungs- und Vermeidungsstrategien	Wechselseitige Perspektivenübernahme entwickelt sich	Geschlechtsstereotype nehmen zu
Risikofreude			Einschätzen von Risiken im Alltag möglich	Reflektiertes, weniger impulsives und sicherheitsbewussteres Verhalten	Gewinnorientiertes Verhalten; Jungen sind risikobereiter	Risikobereitschaft steigt

Selbstvertrauen	Beginnende Autonomie und beginnendes Selbstwertgefühl	Möchten Aufgaben allein bewältigen; Selbstvertrauen noch störungsanfällig und emotionsgesteuert	Leistungsmotivation entwickelt sich; Kinder wollen Anerkennung; werden unabhängiger von Bezugspersonen	Werden verantwortungsbewusster und unabhängiger; Selbstwertgefühl wird differenzierter und realistischer; verfügen über Strategien zur Gefühlsregulation	Unterscheiden ihre Leistungen nach Anstrengung und Fähigkeit	Zunehmende emotionale Unabhängigkeit von Erwachsenen
Externale Regulation, Moralentwicklung	Prinzip von Autorität, Gehorsam, Lob und Strafe vorherrschend	Können zwischen Absicht und Versehen unterscheiden	Eigenen Bedürfnisse stehen im Mittelpunkt	Beurteilung von gerechten Verteilungen entwickelt sich	Berücksichtigen neben Folgen von Handlungen auch Absichten	Orientierung an Gesetzen und Ordnungen der Gesellschaft
Internale Regulation und emotionale Stabilität	Erste selbstbezogene Emotionen wie Scham und Stolz; Selbstkontrolle entwickelt sich	Entwickeln Emotionsregulation und Toleranz gegenüber Enttäuschungen; emotionale Stabilität stark reizabhängig	Emotionale Reaktionen anderer interpretierbar und vorhersagbar; Emotionsregulation wird stärker	Kognitive Selbstregulation verbessert sich; Kinder werden verantwortungsbewusster und unabhängiger	Strategien zur Gefühlsregulation vorhanden; Ambiguitätstoleranz entwickelt sich	Stimmungsschwankungen; Kinder sind befangener und stärker auf sich selbst zentriert
Straßenverkehr		Kein Verständnis, warum man mit anderen Verkehrsteilnehmern kommunizieren sollte; können Absichten der anderen Verkehrsteilnehmer noch nicht absehen; eigenen Wünsche haben Vorrang vor den Interessen anderer Verkehrsteilnehmer	Beim Fahrradfahren oft emotionale Beteiligung in Form von Fantasie- und Rollenspielen; Funktion der Ampel bekannt; Schwierigkeiten, sich in andere Verkehrsteilnehmer hinein zu versetzen; keine nonverbale Kommunikation; Wunsch nach selbstständiger Mobilität als Fußgänger	Können sich in andere Verkehrsteilnehmer hineinversetzen; bewältigen selbständig Wege innerhalb eines bestimmten Radius; nonverbale Kommunikation wird verstanden; Präventionsmaßnahmen können zu mehr Risikoverhalten führen	Wunsch nach selbstständiger Mobilität als Fahrradfahrer; fahren selbstständig Fahrrad, überschätzen allerdings ihre Fähigkeiten, ihr Fahrrad schnell in Bewegung zu setzen	

8 Exekutive Funktionen

Zusammenfassung:
Unter exekutiven Funktionen werden „höhere selbstregulatorische, kognitive Prozesse summiert, die das Denken und Handeln kontrollieren und überwachen, mit dem Ziel, eine flexible Anpassung an neue, komplexe Aufgabensituation zu ermöglichen“ (Röthlisberger, Neuenschwander, Michel, & Roebers, 2010, S. 100). Exekutive Funktionen ermöglichen es, mehrere Dinge gleichzeitig zu beachten und irrelevante Reize auszublenden. Sie umfassen somit Bereiche wie Multitasking, die Fähigkeit, zwischen verschiedenen Aufgaben zu wechseln sowie Inhibitionskontrolle. Zudem zählen die eigene Fehlerkontrolle, die Handlungsplanung und die Problemlösefähigkeit zu den exekutiven Funktionen. Bei Ablenkungen werden insbesondere die Kompetenzen des Multitaskings, des Aufgabenwechsels und der Inhibitionskontrolle beansprucht. Im Straßenverkehr müssen oftmals mehrere Reize gleichzeitig beachtet werden und verschiedene Anforderungen bewältigt werden. Dabei ist ein schneller Wechsel zwischen verschiedenen Aufgaben sowie das Lösen unerwarteter Probleme notwendig. Irrelevante Reize müssen währenddessen ausgeblendet werden. Zu diesem Zweck müssen kognitive, motorische, sozial-emotionale und perzeptive Kompetenzen angewendet werden, die an die Situation anzupassen sind.

Die exekutiven Funktionen sind im Kindesalter noch unzureichend entwickelt. Mit zunehmendem Alter und günstigen Lernbedingungen entwickeln sich die Fähigkeiten jedoch stetig (Zelazo & Carlson, 2012). Im Vorschulalter sowie im Übergang zur Adoleszenz erfolgt jeweils ein Entwicklungsschub (Diamond et al., 2005). Dabei bleiben interindividuelle Unterschiede über die Zeit stabil, die Gründe dafür sind jedoch noch unklar (Zelazo & Carlson, 2012). Exekutiven Funktionen, die für top-down Prozesse der Selbstregulation relevant sind, entwickeln sich im Vorschulalter mit dem Wachstum neuronaler Netzwerke am schnellsten, die Entwicklung hält jedoch bis ins Erwachsenenalter an (Zelazo & Carlson, 2012). Dabei wird in cool-EF und hot-EF (= Exekutive Funktionen ohne vs. mit motivationaler und emotionaler Bedeutung) unterschieden, wobei sich cool-EF eher entwickeln als hot-EF, was auf eine unabhängige Entwicklung dieser Funktionen hindeutet (Zelazo & Carlson, 2012).

Testung:
Zur Untersuchung exekutiver Fähigkeiten im Straßenverkehr werden bei Kindern oftmals Querungsaufgaben verwendet (bswp. O‘Neal et al., 2017; Stavrinos et al., 2009). In diesen werden bspw. Go-NoGo-Entscheidungstests mit Verkehrsstimuli durchgeführt (Michaelis in Schlag et al., 2021). Querungsaufgaben werden verwendet, da Kinder diese Verkehrssituationen früh beherrschen müssen. Des Weiteren beinhalten diese Aufgaben diverse Kriterien für sicheres Verhalten (Krause in Schlag et al., 2021). Dazu gehören nach Dommes und Kollegen (2014) das Blickverhalten vor der Querung, die Lückenakzeptanz, die Querungszeit, der Sicherungszuschlag, die Time-to-collision und der Safety Margin. Weitere Kriterien aus der Literatur (Röttjer, 2017) sind die Wartezeit (Ashmead, Guth, Wall, Long & Ponchillia, 2005), Gehgeschwindigkeit (Avineri, Shinar & Susilo, 2012), das Sicherungsverhalten während

der Querung (Zhuang & Wu, 2011), Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmern (Varhelyi, 1998) und der Routenverlauf, der bei der Querung gewählt wird (Zhuang & Wu, 2011). Anzunehmen ist, dass fast alle dieser Kriterien sich mit zunehmendem Alter der Kinder entwickeln.

Entwicklung:
Für Kinder unter sechs Jahren lassen sich keine gesicherten Aussagen zu den Entwicklungsprozessen von exekutiven Funktionen treffen. Bezüglich exekutiver Kontrollkompetenzen wurde ein Entwicklungsschub bei Kindern im Vorschulalter festgestellt (Diamond et al., 2005). Dennoch kategorisieren Kinder dieser Altersspanne Objekte immer noch nach dem zunächst relevanten Attribut und haben sowohl Schwierigkeiten bei der Integration von Merkmalen, die nicht Teil eines einzelnen Objektes sind als auch bei der Trennung einzelner Merkmale eines Objektes (Diamond et al., 2005). Kinder unter zwölf Jahren queren die Straße senkrecht aus der Warteposition heraus (Jakob, 2016). Dies wurde von Jakob (2016) als bewusstes, sicherheitserhöhendes Verkehrsverhalten bewertet, was in der Literatur mit dem in diesem Alter noch eingeschränkten Sichtfeld assoziiert wird. Zur Entwicklung von Wahrnehmungs-Handlungs-Abstimmungen fanden O`Neil und Kollegen (2017) in einer Simulationsstudie heraus, dass Kinder erst ab dem 14. Lebensjahr eine virtuelle Straße mit kontinuierlichem Querverkehr wie Erwachsene kreuzten. Jüngere Kinder wählten im Vergleich weniger große und häufiger kleine Zeitlücken zum Queren, was mit weniger Zeit und mehr (virtuellen) Kollisionen beim Überqueren einherging. Auch die Bewegungskoordination, gemessen am Zeitpunkt des Eintritts in die Lücke, verbesserte sich mit steigendem Alter stetig (O'Neal et al., 2017). Mit 14 Jahren erreichen Kinder beim Queren das Niveau von Erwachsenen (O'Neal et al., 2017). Im Übergang zur Adoleszenz findet ein weiterer Entwicklungsschub hinsichtlich exekutiver Kontrollkompetenzen statt (Diamond et al., 2005). Bisher vorherrschende Klassifizierungen von Objekten können unterdrückt werden und neue, auf nicht offensichtlichen Merkmalen basierende Klassifizierungen können vorgenommen werden (Diamond et al., 2005).

8.1 Multitasking, Aufgabenwechsel, Inhibitions-/Fehlerkontrolle

Zusammenfassung:
Beim Multitasking (Fähigkeit, verschiedene Aufgaben auszuführen) oder Aufgabenwechsel (Fähigkeit, zwischen ihnen zu wechseln) ist die Unterdrückung anderer, für die Aufgabe irrelevanter Reize noch schwierig (Krause in Schlag et al., 2021). Insbesondere attraktive und vorherige Nebentätigkeiten sind für Kinder schwer auszublenden (Michaelis in Schlag et al., 2021). Die Fähigkeit, diese Handlungsimpulse zu unterdrücken ist noch stark abhängig von der Aufmerksamkeit und der allgemeinen kognitiven Entwicklung der Kinder und ist eng mit der Entwicklung des Arbeitsgedächtnisses verknüpft (Uhr, 2015). Die Fähigkeit verbessert sich bis zum Alter zwischen zehn und zwölf Jahren stetig (Ridderinkhof & Van der Molen, 1997). Die in der Literatur zu findenden Altersangaben der Entwicklungsschritte der Inhibitionskontrolle variieren jedoch teilweise stark (Best & Miller, 2010). Das erfolgreiche Multitasking setzt zudem die Automatisierung v. a. motorischer Abläufe voraus (Schlag & Richter

in Schlag et al., 2021). Insbesondere dieses Zusammenspiel verschiedener Kompetenzen, das für das sichere Verkehrsverhalten bedeutsam ist, wurde bisher nicht umfänglich untersucht (Schlag & Richter in Schlag et al., 2021).

Testung:
Zum Prüfen der Aufgabenwechselfähigkeiten kann die Dimensional Change Card Sort-Aufgabe (DCCS) genutzt werden (Zelazo, 2006). Dabei müssen Karten zunächst nach einer Dimension, wie bspw. der Farbe, und anschließend nach einer anderen Dimension, z.B. der Form sortiert werden. Die Inhibitionskontrolle bei Kindern kann man bspw. erheben mit Hilfe der Skala für Inhibitionskontrolle des Child Behavior Questionnaire (CBQ; Rothbart, Ahadi, Hershey & Fisher, 2001).

Entwicklung:
Kinder entwickeln schon in den *ersten Lebensjahren* Kategorien für die Objekte, die sie umgeben (Beller, 2016). Im Bereich der *bis Dreijährigen* zeigten Diamond und Kollegen (2005), dass ein Aufgabenwechsel vom Sortieren von Objektkarten nach Farbe zum Sortieren nach Form (bzw. von Form zu Farbe), welcher Inhibitionskontrolle voraussetzt, eine Herausforderung für die Kinder darstellte. Der Wechsel fiel ihnen jedoch leichter, wenn die Dimensionen separiert wurden und Farbe ein Attribut des Hintergrundes (z.B. schwarzer LKW auf rotem Grund) und nicht der Form (roter LKW auf weißem Grund) war und somit keine Inhibition beim Aufgabenwechsel stattfinden muss (Diamond et al., 2005). Bis zu einem Alter von drei Jahren ist somit von einer unzureichenden Inhibitionskontrolle auszugehen.

Mit *vier bis fünf Jahren* erfolgen erste Ableitungen eigener Regeln für Aufgabenwechsel (Diamond et al., 2005). Gleichzeitig beherrschen Kinder andere Aufgaben, die Inhibitionskontrolle erfordern, wie z.B. Appearance reality-Aufgaben (Unterscheidung zwischen dem Aussehen und der Realität, bspw. ist eine Person mit einer Maske immer noch eine Person) oder False-belief-theory-of-mind-Aufgaben (Verständnis, dass andere Menschen Dinge glauben können, die nicht wahr sind; Diamond et al., 2005). Unter sechs Jahren sind Kinder allerdings häufig unfähig zu einem Belohnungsaufschub (Schneider & Lindenberger, 2012). Die Inhibitionskontrolle und Aufmerksamkeitslenkung ist aufgrund leichter Ablenkbarkeit ebenfalls noch schwierig, was sich im Straßenverkehr bei Querungsaufgaben zeigt (Michaelis in Schlag et al., 2021). Ist bspw. ein Freund auf der anderen Straßenseite, eine sichere Querungsmöglichkeit aber zu weit entfernt, wird eine unsichere Querung gewählt (Michaelis in Schlag et al., 2021). Kinder benötigen in Aufgaben, die eine Inhibitionskontrolle und somit das Unterdrücken irrelevanter Reize erfordern, länger oder machen mehr Fehler als ältere (Röthlisberger et al., 2010).

Zwischen *sechs und sieben Jahren* verbessern sich die Reaktionszeiten, die Fehler nehmen ab und es zeichnet sich eine bessere Inhibitionskontrolle ab (Berk, 2011). In Querungsaufgaben werden die Inhibitionskontrolle und die Aufmerksamkeitslenkung immer erfolgreicher (Michaelis in Schlag et al., 2021). Trotz Drang, die Fahrbahn zu überqueren, stoppen Kinder am Straßenrand (Krause in Schlag et al., 2021). Die Ge-

schwindigkeit der Ausführung ist teilweise jedoch noch verzögert (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Zwischen *sieben und acht Jahren* kommt es zu einem Zugewinn der Inhibitionskontrolle (Barton & Schwebel, 2007). Mit acht bis neun Jahren erfolgt eine weitere Verbesserung (Michaelis in Schlag et al., 2021). Die Leistung ist jedoch immer noch schlechter als bei Erwachsenen und es kann zu Fehlern kommen (Michaelis in Schlag et al., 2021). In Querungen kann die Fokussierung auf den Straßenverkehr nun willentlich gesteuert werden (Krause in Schlag et al., 2021). Es werden nun längere Wege für eine sichere Querung gewählt (Michaelis in Schlag et al., 2021). Dabei können irrelevante Reize von den Kindern unterdrückt werden und ein zügiges Queren ist trotz der irrelevanten Reize möglich (Michaelis in Schlag et al., 2021).

In einer Studie von Stavrinos und Kollegen (2009) zeigte sich, dass Kinder zwischen *zehn und elf Jahren* bei Ablenkung durch Handynutzung ein weniger sicheres Verhalten bei Straßenquerungen aufweisen. Sie gehen später los, blicken sich seltener um und lassen es häufiger zu (Beihnahe-) Kollisionen kommen (Stavrinos et al., 2009).

Fazit:
Die beschriebenen Entwicklungen ermöglichen einen Einblick in die kindlichen Fähigkeiten. Für weitere Altersstufen liegen bisher jedoch noch keine gesicherten wissenschaftlichen Ergebnisse oder Annahmen hinsichtlich der Entwicklung von Multitasking, Aufgabenwechsel und Inhibitions- und Fehlerkontrolle vor.

8.2 Handlungsplanung

Zusammenfassung:
Für den Kompetenzbereich der Handlungsplanung ist im kindlichen Entwicklungsverlauf eine zunehmend differenzierte Planung, auch im Bereich der Mobilität, Wege- und Umfeldplanung für die eigene Umgebung (Wohnung, Schule) zu verzeichnen. Es existiert jedoch bislang auch in diesem Bereich keine umfangreiche gesicherte Empirie für die einzelnen Altersbereiche.

Testung:
Um den Kompetenzbereich der Handlungsplanung zu testen, können Wege zu unterschiedlich schwer zu erreichenden Zielen geplant werden und die Kinder müssen dann zu diesen Zielen führen. Die Handlungsplanung kann man bspw. mit Hilfe der „Think-Aloud-Methode“ erheben, indem man die Wegeplanung verbalisieren lässt (Michaelis in Schlag et al., 2021). Die Verbalisierung kann im Realverkehr mit einer Begleitperson erfolgen (Michaelis in Schlag et al., 2021), die einen Austausch über das Wahrgenommene ermöglicht (Krause in Schlag et al., 2021). Dabei kann das Verhalten des Kindes jedoch durch die Anwesenheit einer Person beeinflusst und verfälscht werden (Krause in Schlag et al., 2021). Alternativ könnten virtuelle Verkehrssituationen verwendet werden (Michaelis in Schlag et al., 2018). Verschiedene Studien ergaben bereits, dass eine valide Messung des Verkehrsverhaltens von Kin-

dern in virtuellen Realitäten möglich ist (Morrongiello, Corbett, Milanovic, Pyne & Vierich, 2015; Schwebel, Gaines & Severson, 2008). Mit der zunehmenden Weiterentwicklung und Verbreitung solcher technologischen Methoden könnte auch eine zunehmende Zuverlässigkeit einhergehen (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Schon im Alter *unter drei Jahren* ist es Kindern möglich, durch Beobachtungslernen die Handlungen Anderer nachzuahmen (Berk, 2011). Die Reproduktion des Verhaltens muss dabei nicht direkt stattfinden, sondern kann auch aufgeschoben und zielgerichtet sowie modifiziert eingesetzt werden (Berk, 2011). Bis zum sechsten Lebensjahr entwickelt sich die Fähigkeit, zielgerichtetes Verhalten zu planen und vorzubereiten (Schuch & Koch, 2017).

Mit *sechs bis sieben Jahren* möchten Kinder den eigenen Aktionsradius erweitern und autonom die Umgebung erkunden (Beller, 2016). Es besteht ein Drang nach mehr Freiheiten (Michaelis in Schlag et al., 2021). Die Verknüpfung einzelner Handlungen zu einer gesamten Aufgabenbewältigung (anticipatory motor planning) befindet sich jedoch noch in der Entwicklung und ist durch Ablenkungen angreifbar (Schlag & Richter in Schlag et al., 2021). Mit sechs Jahren können Kinder Ziele setzen und die Umsetzung (inklusive einzelner Handlungsschritte) vor Beginn der Handlungsausführung planen (Beller, 2016). Sie sind nun in der Lage, im Straßenverkehr vor einer Querung zu überlegen, wo und wann diese erfolgen soll (Krause in Schlag et al., 2021).

Mit *acht bis neun Jahren* planen Kinder realistisch und berücksichtigen die Zeit, die für eine Handlung notwendig ist (Beller, 2016). Dabei werden auch mögliche Einflussfaktoren berücksichtigt (Beller, 2016). Die Handlungsplanung für komplexe Problemstellungen wird zunehmend überlegter (Unterrainer et al., 2015). So werden bspw. bei der zeitlichen Planung eines Weges die Anzahl der notwendigen Straßenquerungen sowie die Wartedauern an Ampeln berücksichtigt (Michaelis in Schlag et al., 2021). Allerdings bestehen noch Probleme, komplexe Handlungspläne zu erstellen und mehr als vier Schritte voraus zu denken (Luciana & Nelson, 1998). Es kann zu Schwierigkeiten bei Straßenquerungen mit einer Mittelinsel kommen, da diese, mit mehr als fünf erforderlichen Handlungsschritte, komplex ist (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Ab *zehn bis elf Jahren* besteht eine verstärkte Umwegeempfindlichkeit und die Suche nach sicheren Querungsstellen verringert sich. Eine Studie von O‘Neal und Kollegen (2017) zeigte, dass unter 14-jährige (sechs, acht und zehn Jahre) häufiger kleine Zeitlücken beim Queren akzeptieren als 14-jährige und Erwachsene. Zudem wählten sie häufiger ungünstige Zeitpunkte zum Betreten der Straße (O‘Neal et al., 2017). Zusammen resultierte dies in geringerer verbleibender Zeit zum Queren der Straße und in vermehrten (virtuellen) Kollisionen (O‘Neal et al., 2017).

Zwischen *zwölf und 14 Jahren* erfolgt die vermehrte Suche nach dem kürzesten statt rechtwinkligem Weg bei einer Querung. So genannte „rolling gaps“ werden teilweise

akzeptiert. Das bedeutet, die Straße wird nicht überquert, wenn alle Fahrspuren vollständig frei sind. Vielmehr wird eine "rollende Lücke" benutzt bzw. erwartet, dass sich die Fahrspuren während des Querens freimachen.

Fazit:
Zusammenfassend zeigt sich, dass Kinder Handlungsschritte im Voraus planen können. Allerdings ergeben sich bei komplexen Handlungsabläufen noch Schwierigkeiten (Michaelis in Schlag et al., 2021).

8.3 Problemlösefähigkeit

Zusammenfassung:
Problemlösefähigkeiten sind im Straßenverkehr unabdinglich. Mögliche Herausforderungen im Kindesalter stellen dabei vor allem nicht erwartete und nicht regelkonforme Abläufe dar. Doch auch in diesem Bereich existieren bisher wenig evidenzbasierte Ergebnisse zur Entwicklung über das Kindesalter hinweg. Um die Problemlösefähigkeit empirisch zu untersuchen, können Tests für Problemlösen oder Strategieentwicklung angewendet werden (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Entwicklung:
Im Alter von *vier bis fünf Jahren* sind Kinder laut Piaget (1983) noch nicht fähig, adäquat auf gefährliche Situationen zu reagieren. Bei unter sechsjährigen Kindern ist somit in Situationen, die Angst auslösen, keine Problemlösefähigkeit vorhanden, sondern es kann zu Panikreaktionen oder Lähmungen kommen (Piaget, 1983). Im Straßenverkehr ist dies problematisch. Kinder könnten in diesem Fall plötzlich losrennen oder erstarrt auf der Fahrbahn stehen bleiben (Michaelis in Schlag et al., 2021).

Zwischen *sechs und sieben Jahren* erwerben Kinder erfahrungsbasierte Problemlösestrategien (Krause in Schlag et al., 2021). Mit zunehmenden Erfahrungen können daher auftretende Probleme im Straßenverkehr bewältigt werden (Krause in Schlag et al., 2021). So kann, bspw. bei eingeschränkter Sicht, eine alternative Querung und somit ein Umweg gewählt werden (Krause in Schlag et al., 2021).

Kinder zwischen *acht und neun Jahren* setzen kognitive Strategien zur Bewältigung schwieriger Situationen ein (Beller, 2016). Sie können bspw. als Strategie einen Punkt auf eine Hand zeichnen und somit zwischen rechts und links unterscheiden (Beller, 2016). Im Straßenverkehr können Querungen nun bewusst unterbrochen werden, wenn sich bspw. ein Krankenwagen nähert (Michaelis in Schlag et al., 2021). Wenn die vorhandene Querungsstelle als zu gefährlich bewertet wird, suchen Kinder in diesem Alter nach einer anderen Möglichkeit (Krause in Schlag et al., 2021).

Fazit:
Zusammenfassend können Kinder mit acht bis neun Jahren Strategien zur Problemlösung anwenden, bei nicht erwarteten oder angstauslösenden Situationen können allerdings ungewollte Reaktionen auftreten (Michaelis in Schlag et al., 2021).

8.4 Fazit und Ausblick

Im Ergebnis zeigt sich, dass die exekutiven Funktionen im Kindesalter stetig zunehmen und mit etwa 14 Jahren gut entwickelt sind (Schmied in Schlag et al., 2021). Die Entwicklung setzt sich aber bis ins junge Erwachsenenalter fort. Trotzdem diese Kompetenzen für die Straßenverkehrsteilnahme und die Verkehrssicherheit bedeutsam sind, sind sie bei Kindern bisher nicht umfassend verkehrsbezogen untersucht worden. Festzuhalten ist, dass die Unterdrückung von Handlungsimpulsen bei Kindern stark abhängig von der Aufmerksamkeit und des Reizes ist. Eine zunehmende Planung der eigenen Umgebung findet statt, jedoch können Probleme bei nicht regelkonformen Abläufen entstehen. Das Üben konkreter entwicklungsgemäßer Verhaltensweisen und Wege ist daher sinnvoll (Schlag & Richter in Schlag et al., 2021). Konkrete Verhaltensweisen und zu bewältigende Wege können, je nach Entwicklungsstand, zu Fuß oder per Fahrrad trainiert werden und als Prüfmöglichkeit der Fähigkeiten genutzt werden. Auch verschiedene beschriebene entwicklungspsychologische Testverfahren können angewendet werden (bspw. Rothbart, Ahadi, Hershey & Fisher, 2001; Zelazo, 2006).

Vor dem Hintergrund ihrer Bedeutung für die Verkehrssicherheit, sollten im Fokus der zukünftigen Forschung verkehrsbezogene Untersuchungen der Entwicklung der Multitaskingfähigkeit, der Fähigkeit des Aufgabenwechsels sowie des Gelingens und Misslingens der Inhibitionskontrolle bei Kindern stehen. Des Weiteren sollten zukünftige Forschungsvorhaben die Analyse der Ausführung häufig überfordernder Handlungen und Möglichkeiten ihrer Optimierung betreffen. So stellt das Linksabbiegen eine Situation dar, die nicht nur Kinder überfordert, da mehrere Handlungen, wie Handzeichen geben und Schulterblick machen, zeitnah auszuführen sind. Anhand solcher Herausforderungen sollte untersucht werden, welche technische oder infrastrukturelle Maßnahmen zur Unterstützung geeignet sind.

Tabelle 7: Exekutive Funktionen

	bis 3 Jahre	4 / 5 Jahre	6 / 7 Jahre	8 / 9 Jahre	10 / 11 Jahre	12 / 14 Jahre
Exekutive Funktionen	Im Vorschulalter sowie im Übergang zur Adoleszenz erfolgt jeweils ein Entwicklungsschub. Sensorische, kognitive, emotionale und motorische Funktionen nehmen kontinuierlich zu. Sie werden für die Bewältigung von Aufgaben miteinander verbunden. Individuelle Unterschiede der exekutiven Funktionen bleiben über die Zeit stabil.					
Multitasking Aufgabenwechsel Inhibitions-/Fehlerkontrolle	Schwierigkeiten, von einer Perspektive zur anderen zu wechseln, schlechte Hemmung irrelevanter Reize	Ableitung eigener Regeln zu einem Aufgabenwechsel	Reaktionszeiten verbessern sich, Fehler nehmen ab, bessere Inhibitionskontrolle	Verbesserung der Inhibitionskontrolle (ablenkende Reize)		
Handlungsplanung	Fähigkeit, hierarchische, eingebettete Regelstruktur zu erkennen fehlt	Planung und Vorbereitung zielgerichteten Verhaltens, Handlungsschritte werden geplant	Handlungsabläufe werden größer, erweiterter Aktionsradius	Realistische Handlungsplanung, notwendige Zeit wird berücksichtigt, systematische Suche von Dingen, bei komplexen Plänen Schwierigkeiten	seltener Suche nach sicherer Querung, empfindlicher ggü. Umwegen	Vermehrt Suche nach kürzestem Weg anstatt rechtwinkliger Querung
Problemlösen	Keine Differenzierungen beim Ableiten von Regeln möglich	Mangelhaftes Problemlösen, gefährliche Situationen können Panik/Lähmung auslösen	Erfahrungsbasierter Erwerb von Problemlösestrategien	Einsatz kognitiver Strategien		
Straßenverkehr		Bei fehlender Inhibitionskontrolle beispielsweise kein Stehenbleiben am Fahrbahnrand	Geschwindigkeit bei Querungen noch verzögert, Kinder akzeptieren kleinere Lücken	Der sichere Weg wird trotz längerer Strecke gewählt, Kinder akzeptieren kleinere Lücken	Kinder akzeptieren kleinere Lücken	„Rollende Lücken“ werden zur Querung genutzt: kein Warten, bis Straße frei ist, sondern Spuren werden erst während der Querung frei

9 Zusammenfassung und Forschungsbedarf

Die vielfach erhobene Forderung, dass „die Mobilitäts- und Verkehrserziehung […] an die entwicklungsstandspezifischen Lern- und Verhaltensvoraussetzungen von Kindern und Jugendlichen anknüpfen“ muss (Sturzbecher et al., 2017, S. 73), ist unbestritten. Allerdings wurden die für eine sichere Verkehrsteilnahme notwendigen Entwicklungsvoraussetzungen bis heute nicht sehr differenziert zusammengestellt und empirisch kaum untersucht. Die vorliegende Arbeit leistet einen synoptischen Überblick über die für eine sichere Verkehrsteilnahme notwendigen Kompetenzen und ihre Entwicklung im Kindesalter auf Basis der vorliegenden internationalen Literatur. Eine Vielzahl (>100) einschlägiger Literaturstellen wurde analysiert. Generell muss die Schlussfolgerung gezogen werden, dass die entwicklungspsychologische Fundierung der Verkehrserziehung eine Vielzahl von Lücken aufweist und dass belastbare Empirie in diesem Bereich bis heute eher die Ausnahme ist. Dennoch ist eine Reihe begründeter Schlussfolgerungen möglich und es kann auf Forschungsbedarf hingewiesen werden.

Bei den meisten Tätigkeiten ist nicht allein eine einzelne Kompetenz entscheidend für eine richtige und sichere Handlungsausführung, sondern das Zusammenspiel mehrerer Kompetenzen. Forschungsbedarf, der die einzelnen unten ausgeführten Bereiche übergreift, besteht deshalb zum Zusammenspiel der unterschiedlichen Kompetenzen bei Erwerb und Ausführung sicheren Verkehrsverhaltens durch Kinder. So ist die aktuelle Nutzung bestimmter sensorischer Funktionen eng verbunden mit der Aufmerksamkeitszuwendung und kognitiven und emotional-sozialen Kompetenzen wie dem Situationsbewusstsein, wodurch wiederum die Gefahrenkognition und -antizipation erst gelingen kann. Weitere Beispiele für diese Verknüpfungen werden in den folgenden Abschnitten genannt, soweit dazu Forschungsbedarf besteht.

9.1 Sehen

Während sich die Physiologie der Sinneswahrnehmung relativ früh zu hoher Funktionalität entwickelt, bedarf die Einschätzung der Bedeutung und die Bewertung der Sinnesempfindungen, damit ihre Semantik und Pragmatik, vielfältiger Lern- und Erfahrungsprozesse. Unterschieden wird hier in bottom-up- und top-down-Prozesse der Wahrnehmung. Letztere sind wiederum eng verbunden mit der Entwicklung kognitiver Funktionen und mit der Steuerung der Aufmerksamkeit. Für die Entwicklung der Physiologie des Sehens lassen sich in vielen Bereichen empirisch gut begründete Aussagen treffen, während dies für die Psychologie des Sehens oft weniger gilt.

Forschungsbedarf zur vertieften entwicklungspsychologischen Fundierung der Verkehrserziehung besteht somit vor allem im Hinblick auf die Semantik und Pragmatik von Sinneseindrücken: Ab wann und unter welchen Bedingungen verstehen Kinder Sinneseindrücke im Straßenverkehr richtig und handeln entsprechend bzw. wann ist dieses Verständnis nicht zu erwarten? Dabei geht es nicht nur um explizite Signale, sondern ebenso um implizite Kommunikation, die im Verhalten anderer Verkehrsteil-

nehmer liegt. Übergänge ergeben sich damit zu den Kompetenzbereichen Aufmerksamkeit, kognitive Funktionen, insbesondere zur Gefahrenkognition, und soziale Kompetenzen, insbesondere Kommunikationsfähigkeit. Neu sind die psychophysischen Konzepte der Time to Contact (TTC) bzw. Time to Arrival (TTA) und Safety Margin, die in ihrer Entwicklung und ihren Voraussetzungen bisher nicht erforscht sind. Sie lösen das bisherige dominant kognitive Verständnis des Schätzens von Entfernungen und Geschwindigkeiten ab und implizieren neue Möglichkeiten für die Verkehrspädagogik. In diesem Zusammenhang wäre auch zu erforschen, welche Kriterien sicheren Verhaltens bei der Straßenquerung von Kindern beachtet werden, ob sich diese von Erwachsenen unterscheiden, welche ggf. entscheidend für ihre Sicherheit sind und welche wie zu trainieren sind.

Forschungsvorschlag: Wie entwickelt sich die Wahrnehmung von time-to-collision und time-to-arrival (TTC / TTA) sowie des safety margin? Wie kann diese Entwicklung gezielt in der Verkehrserziehung gefördert werden?

9.2 Hören

Die auditive Kontrolle des Verkehrsgeschehens: Lautstärken und Tonhöhen differenzieren, Geräusche unterscheiden und orten - dies ist gerade für die ungeschützten Verkehrsteilnahmearten zu Fuß und mit dem Fahrrad hoch bedeutsam. Auch hier gilt wiederum die Unterscheidung zwischen der physiologischen Entwicklung und der Erfahrungsbildung, die zusammen erst eine gelingende Orientierung und Gefahrenabschätzung bei der Verkehrsteilnahme möglich machen.

Spezifischer Forschungsbedarf betrifft in ähnlicher Weise wie bei der visuellen Wahrnehmung vor allem die top-down-Anteile der akustischen Wahrnehmung. Daneben ist bis heute unklar, wie der Übergang von der (in der Verkehrserziehung erlernten) optischen Orientierung zu einer (bei erwachsenen Fußgängern üblichen) oft primären akustischen Orientierung bei der Annäherung an und der Querung von Fahrbahnen erfolgt. Kindern werden bisher fast ausschließlich visuelle Orientierungsstrategien beigebracht. Wird möglicherweise etwas idealtypisch gelehrt und gelernt, das durch die Beobachtungen des Kindes im Straßenverkehr konterkariert wird?

Forschungsvorschlag: Wie setzen Kinder das Hören bei der Annäherung an die Fahrbahn und bei Querungsentscheidungen als Fußgänger ein? Auf welchen Wegen sind ggf. angemessene visuell-akustische Orientierungsstrategien vermittelbar und wie kann dem eine verstärkte Beachtung in der Verkehrserziehung geschenkt werden?

Nicht allein auf Kinder bezogen ist zudem in diesem Bereich eine Frage offen: Gibt es eine akustische time-to-collision bzw. time-to-arrival? Wie entwickelt sie sich ggf.?

9.3 Aufmerksamkeit

Aufmerksame Beobachtung des Verkehrsgeschehens und bewusste Handlungskontrolle sind entscheidende Voraussetzungen, um die Anforderungen des Straßenverkehrs zu bewältigen. Ist dies vollständig gegeben, so sind Kinder zumeist bereits im Grundschulalter zu einem sicheren Verkehrsverhalten als Fußgänger grundsätzlich fähig. Genau diese Aufmerksamkeit und Kontrolle ist jedoch kindestypisch in hohem Maße störbar. Hierin liegt ein wesentlicher Grund dafür, dass selbst bei ausgeprägten Kompetenzen nicht unter allen Bedingungen ein entsprechend reguliertes und sicheres Verhalten zu erwarten ist.

Zum Einfluss von Ablenkungen auf die Performanz von Kindern bei der Verkehrsteilnahme wurden nur wenige wissenschaftlich belastbare Studien gefunden. Jedoch sind einige gut begründete Schlussfolgerungen für die Verkehrsteilnahme von Kindern aus entwicklungs- und allgemeinpsychologischen Erkenntnissen und Theorien zu ziehen. Praktisch bedeutsam sind vor allem die Vermeidung bzw. Verringerung ablenkender Reize und die Stärkung des Situationsbewusstseins und der selektiv auf den Straßenverkehr gerichteten Aufmerksamkeit. Zudem ist die erhöhte Ablenkbarkeit einzelner Kinder besonders zu beachten.

In diesem Feld besteht erheblicher spezifischer Forschungsbedarf, der methodisch allerdings nur mit hohem Aufwand zu realisieren sein wird. Eine hinreichende Validität ist nur bei Studien in der Verkehrswirklichkeit gegeben, die ihrerseits reale Gefahren und damit forschungsethische Bedenken mit sich bringen. Untersucht werden könnte zunächst die selektive Aufmerksamkeit, die Gefahrenkognition und -antizipation sowie das Situationsbewusstsein (in ihrem Zusammenspiel) bei älteren Kindern als Fußgänger in Verkehrssituationen mit hohem Ablenkungspotential und/oder beim Multitasking im Verkehr (z.B. bei Nutzung von Smartphones).

9.4 Motorische Entwicklung

Körperlich weisen Kinder gegenüber Erwachsenen Nachteile auf (z.B. Körpergröße und Augenhöhe, Körperschwerpunkt, Gehgeschwindigkeit), die ihre selbständige Verkehrsteilnahme erschweren. Kinder haben einen im Vergleich zu Erwachsenen stärkeren Bewegungsdrang und eine weniger entwickelte Motorikkontrolle (plötzliches Stoppen oder Ausweichen). Kognitiv spielt hier zudem die Antizipation notwendiger Bewegungen eine Rolle.

Dieser Bereich ist auch im Hinblick auf seine Bedeutung bei der Verkehrsteilnahme vergleichsweise gut erforscht. Umsetzungsprobleme bestehen bspw. bei der besseren Berücksichtigung der geringeren Gehgeschwindigkeit von Kindern (und alten Menschen) bei der Straßenquerung.

9.5 Kognitive Funktionen

Gefahrenkognition und Gefahrenantizipation, Regelverständnis und Regelbefolgung hängen von grundlegenden kognitiven Entwicklungen in der Kindheit ab, u.a. von der Entwicklung der Fähigkeit zur Dezentrierung, dem Verständnis räumlicher Relationen und sich entwickelnden mentalen Modellen und Erwartungen zu Verkehrsabläufen.

Die Entwicklung wichtiger kognitiver Funktionen ist in einer Reihe bekannter entwicklungspsychologischer Theorien und Modelle dargestellt, die zwar oft keine umfassende empirische Prüfung durchlaufen haben, sich im pädagogischen Alltag jedoch vielfach bewährt haben. Forschungsbedarf besteht vor allem für das Zusammenspiel zwischen kognitiver und psychosozialer Entwicklung bei der Selbstregulation und bei exekutiven Funktionen. Wovon hängt es z.B. ab, ob angemessene mentale Modelle von Verkehrssituationen aufgebaut werden, die zu einer korrekten Gefahrenantizipation und Erwartungsbildung in Bezug auf Situationsentwicklungen im Straßenverkehr führen?

Forschungsvorschlag: Wie entwickeln sich die Gefahrenkognition und die Gefahrenantizipation im Kindesalter?

9.6 Soziale und emotionale Kompetenz, Selbstregulation

Das Ideal rationalen und geplanten Handelns ist bei Kindern – ausgeprägter noch als bei Erwachsenen – durch Probleme bei der Aufmerksamkeit, durch Ablenkung, emotionales Befinden, das Situationsbewusstsein, manchmal hohe Risikofreude und stärkere Innenwendung (Egozentrizität) beeinflusst. Die interne Regulation ist bei Kindern noch weniger ausgeprägt, die externe Regulation zumindest bei kleinen Kindern noch wenig erlernt.

Forschungsbedarf besteht hier (in Verbindung mit der kognitiven Entwicklung) insgesamt in Bezug auf die Entwicklung der internen Verhaltensregulation von Kindern bei der Verkehrsteilnahme. Voraussetzung sind u.a. die Entwicklung der Kommunikationsfähigkeit und der Perspektivenübernahme in Verkehrssituationen und die Ablösung der bei kleineren Kindern dominanten egozentrischen Erlebens- und Denkweise. Ebenso wenig erforscht sind bisher die Entwicklung und die Störbarkeit des Situationsbewusstseins (u.a. mit ihren Auswirkungen auf die Aufmerksamkeit).

Forschungsvorschläge: Wie kann die Entwicklung von einer Regelbeachtung aus Angst vor den Folgen einer Missachtung (external) zu einer Regelbeachtung aus Überzeugung (internal) gefördert werden? Übertragen auf Verkehrssituationen könnte Kohlberg´s Modell der Moralentwicklung hier genutzt werden.

Was beeinflusst die Akzeptanz kleiner TTC / TTA und safety margins (und damit die Annahme hoher Risiken bei der Straßenquerung)? Bestehen darin systematische Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen? Wie wäre Kindern eine gelingende Sicherheitsstrategie in Bezug auf diese Kriterien zu vermitteln?

9.7 Exekutive Funktionen

Im Straßenverkehr ist oft Mehreres gleichzeitig zu beachten, schnelle Anforderungs- und Aufgabenwechsel sind die Regel, Unwichtigeres muss ausgeblendet (Inhibitionskontrolle), Gefahren müssen rechtzeitig antizipiert werden. Hierzu müssen perzeptive, kognitive, sozial-emotionale und motorische Kompetenzen im Moment der Handlung kontrolliert genutzt werden.

Forschungsbedarf besteht hier zu den Bedingungen des Gelingens und Misslingens von Inhibitionskontrolle, Multitasking und (schnellen) Anforderungs- und Aufgabenwechseln bei der Verkehrsteilnahme. Forschungsvorschlag: Verkehrsbezogene Untersuchung der Entwicklung von Multitasking-Fähigkeit, shifting (Aufgabenwechsel) und Inhibitionskontrolle. Dies ist bei Kindern bisher verkehrsbezogen nicht untersucht worden, die Bedeutung dieser Kompetenzen steigt jedoch absehbar auch bei der Verkehrsteilnahme.

Ein weiterer Forschungsvorschlag betrifft die Analyse der Ausführung (zu) häufig überfordernder Handlungen und von Möglichkeiten ihrer Verbesserung bzw. Entschärfung. Ein Beispiel ist das Linksabbiegen, bei dem ggf. noch Handzeichen und zur Absicherung Schulterblicke gefordert sind, wodurch (nicht nur) Kinder regelmäßig überfordert sind. Hier wären die Durchführbarkeit und Akzeptanz alternativer Möglichkeiten zu untersuchen, die eine solche überfordernde Zeichengebung überflüssig machen (z.B. durch technische Hilfsmittel oder Veränderung der Verkehrsführung).

Bei allen Forschungsvorschlägen müssen die oft ausgeprägten differenziellen Unterschiede innerhalb der Altersspannen ein Forschungsbestandteil sein. Ebenso ist das Zusammenspiel unterschiedlicher Kompetenzen für eine gelingende Performanz und generell Übergänge bzw. Barrieren zwischen Kompetenzen und Performanz zu berücksichtigen. Unter welchen Bedingungen können vorhandene Kompetenzen regelmäßig in eine gelingende Performanz umgesetzt werden und unter welchen Bedingungen fällt dies – abseits der interindividuellen Varianz – schwer? Wie können solche günstigen Bedingungen systematisch geschaffen werden, bspw. durch infrastrukturelle oder verkehrstechnische Maßnahmen oder durch Schulung der anderen Verkehrsteilnehmer?

Literatur

ACE Auto Club Europa e. V. (2013, August 1). ACE: Zebrastreifen bevorzugter Tatort bei Verkehrsvergehen. Zugriff am 15.07.2017. Verfügbar unter: https://www.ace.de/der-club/news/ace-zebrastreifen-bevorzugter-tatort-bei-verkehrsvergehen.html

Ampofo-Boateng, K., & Thomson, J. A. (1991). Children's perception of safety and danger on the road. British Journal of Psychology, 82(4), 487–505.

Archibald, S. J., & Kerns, K. A. (1999). Identification and description of new tests of executive functioning in children. Child Neuropsychology, 5(2), 115-129.

Arnberg, P. W., Ohlsson, E., Westerberg, A., & Öström, C. A. (1978). Ability of preschool-and schoolchildren to manoeuvre their bicycles. Statens Väg- och Trafikinstitut. Rapport nr 149A.

Auditorix-Richtungshören. Auditorix-Material für Kinder. Zugriff am 11.09.2017. Verfügbar unter: http://www.auditorix.de/fileadmin/arbeitsblatt-richtungshoeren.pdf

Ampofo-Boateng, K., & Thomson, J. A. (1991). Children's perception of safety and danger on the road. British Journal of Psychology, 82(4), 487–505.

Ashmead, D.H., Guth, D., Wall, R.S., Long, R. & Ponchillia, P. (2005). Street crossing by sighted and blind pedestrians at a modern roundabout. Journal of Transportation Engineering, 131(11), 812-821.

Avineri, E., Shinar, D. and Susilo, Y. (2012). Pedestrians behaviour in cross walks: The effects of fear of falling and age. Accident Analysis. & Prevention, 44 (1).

Bappert, S., & Bos, K. (2007). Motorische Entwicklung im Vorschulalter. Sportunterricht, 56(2), 40.

Bartels, B., & Erbsmehl, M. E. C. T. (2014). Bewegungsverhalten von Fußgängern im Straßenverkehr-Teil 1 (FAT 267). Berlin: Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V. (FAT).

Barton, B. K. (2006). Integrating selective attention into developmental pedestrian safety research. Canadian Psychology/Psychologie Canadienne, 47(3), 203.

Barton, B. K., & Morrongiello, B. A. (2011). Examining the impact of traffic environment and executive functioning on children's pedestrian behaviors. Developmental Psychology, 47(1), 182.

Barton, B. K., & Schwebel, D. C. (2007). The roles of age, gender, inhibitory control, and parental supervision in children's pedestrian safety. Journal of Pediatric Psychology, 32(5), 517–526.

Barton, B. K., Lew, R., Kovesdi, C., Cottrell, N. D., & Ulrich, T. (2013). Developmental differences in auditory detection and localization of approaching vehicles. Accident Analysis & Prevention, 53, 1–8.

Basner, B., & Marées, H. de. (1993). Fahrrad und Straßenverkehrstüchtigkeit von Grundschülern. Münster: GUV Westfalen-Lippe. (zitiert in Dordel, S., & Kunz, T. (2005). Bewegung und Kinderunfälle: Chancen motorischer Förderung zur Prävention von Kinderunfällen, eine Expertise [GUV-SI 8074]. Bundesverb. der Unfallkassen.

Beller, S. (2016). Kuno Bellers Entwicklungstabelle 0-9 (10. Auflage). Berlin: Eigenverlag.

Berk, L. E. (2011). Entwicklungspsychologie. Pearson Deutschland GmbH.

Best, J. R., & Miller, P. H. (2010). A developmental perspective on executive function. Child development, 81(6), 1641-1660.
Betts, J., Mckay, J., Maruff, P. & Anderson, V. (2006). The Development of Sustained Attention in Children: The Effect of Age and Task Load. Child Neuropsychology, 12 (3), 205–221.
Bongard, A.-E., & Winterfeld, U. (1977). Verkehrswissen und Verkehrsverständnis bei fünf-bis sechsjährigen Kindern. Bundesanstalt für Straßenwesen. Unfall- u. Sicherheitsforschung Straßenverkehr. Köln: Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft 13.
Bourauel, R. (Hrsg.). (1996). Kinder im Straßenverkehr (Mobil und sicher Ratgeber). Lübeck: Schmidt-Römhild.
Bös, K., Bappert, S., & Tittlbach, S. (2004). Karlsruher Motorik-Screening für Kindergartenkinder (KMS 3–6). Sportunterricht, 53 (3), 79–87.
Briem, V., & Bengtsson, H. (2000). Cognition and character traits as determinants of young children's behaviour in traffic situations. International Journal of Behavioral Development, 24(4), 492–505.
Brooks, P. J., Hanauer, J. B., Padowska, B., & Rosman, H. (2003). The role of selective attention in preschoolers' rule use in a novel dimensional card sort. Cognitive Development, 18(2), 195–215.
Brück, J. (2009). Kindersicherheit. Gefahren erkennen, Gefahren vermeiden. Berlin: Beuth Verlag.
Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2001). Richtlinien für die Anlage und Ausstattung von Fußgängerüberwegen (R-FGÜ 2001). Zugriff am 10.09.2017. Verfügbar unter: http://www.bmvi.de/
Chomsky, N. (1981). Lectures on government and binding: the Pisa lectures. Berlin, New York: Mouton de Gruyter.
Connelly, M. L., Conaglen, H. M., Parsonson, B. S., & Isler, R. B. (1998). Child pedestrians' crossing gap thresholds. Accident Analysis & Prevention, 30(4), 443–453.
Coppens, N. M. (1986). Cognitive characteristics as predictors of children's understanding of safety and prevention. Journal of Pediatric Psychology, 11(2), 189–202.
Cox, M. (1991). The child's point of view (Vol. 5). Harvester Wheatsheaf.
Cox, M. (1978). The Development of Perspective-Taking Ability in Children. International Journal of Behavioral Development, 1 (3), 247–254.
David, S. S. J., Foot, H. C., & Chapman, A. J. (1990). Children's sensitivity to traffic hazard in peripheral vision. Applied Cognitive Psychology, 4(6), 471–484.
David, S. S. J., Foot, H. C., Chapman, A. J., & Sheehy, N. P. (1986). Peripheral vision and the aetiology of child pedestrian accidents. British Journal of Psychology, 77(1), 117–135.
Demetrem, J. D., Lee, D. N., Grieve, R., Pitcairn, T. K., Ampofo-Boateng, K., & Thomson, J. A. (1993). Young children's learning on road-crossing simulations. British Journal of Educational Psychology, 63(2), 349–359.
derstandard.at (2013). Neues Messverfahren für Richtungshören. Zugriff am 16.09.2017. Verfügbar unter: http://derstandard.at/1358303705010/Neues-Messverfahren-fuer-Richtungshoeren

Devine, R. T. & Hughes, C. (2016). Measuring theory of mind across middle childhood: Reliability and validity of the Silent Films and Strange Stories tasks. Journal of Experimental Child Psychology, 149 (1), 23–40.
Diamond, A. (2002). Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: Cognitive functions, anatomy, and biochemistry. Principles of frontal lobe function, 466-503.
Diamond, A., Carlson, S. M., & Beck, D. M. (2005). Preschool children's performance in task switching on the dimensional change card sort task: Separating the dimensions aids the ability to switch. Developmental Neuropsychology, 28(2), 689.
Diamond, A., Carlson, S. M., & Beck, D. M. (2005). Preschool children's performance in task switching on the dimensional change card sort task: Separating the dimensions aids the ability to switch. Developmental Neuropsychology, 28(2), 689.
Dobson, V., Brown, A. M., Harvey, E. M., & Narter, D. B. (1998). Visual field extent in children 3.5-30 months of age tested with a double-arc LED perimeter. Vision Research, 38(18), 2743–2760.
Dommes, A., Cavallo, V., Dubuisson, J. B., Tournier, I. & Vienne F. (2014). Crossing a two-way street: comparison of young and old pedestrians. Journal of safety research, 50:27-34. doi: 10.1016/j.jsr.2014.03.008.
Dordel, S., & Kunz, T. (2005). Bewegung und Kinderunfälle: Chancen motorischer Förderung zur Prävention von Kinderunfällen, eine Expertise [GUV-SI 8074]. Bundesverb. der Unfallkassen.
Dunbar, G., Hill, R., & Lewis, V. (2001). Children's attentional skills and road behavior. Journal of Experimental Psychology: Applied, 7(3), 227.
Elkonin, D. B. (1980). Die Psychologie des Spiels (Vol. 34). Lehmanns Media. (in Oerter, Montada, 1995 zitiert)
Endsley, M. R. (1988). Situation awareness global assessment technique (SAGAT). In Aerospace and Electronics Conference, 1988. NAECON 1988., Proceedings of the IEEE 1988 National (pp. 789–795).
Erikson, E. H. (1973). Identität und Lebenszyklus. Berlin: Suhrkamp.
FGSV. (2010). Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – FGSV: Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA). Köln.
Finlayson, H. (1972). Children's road behaviour and personality. The British journal of educational psychology. 42. 225-32. 10.1111/j.2044-8279.1972.tb00715.x.
Flade, A., Lohmann, G., Hacke, U., & Bohle, W. (2002). Einflussgrößen und Motive der Fahrradnutzung im Alltagsverkehr. Darmstadt.
Flavell, J. H. (1992). Perspectives on perspective-taking. In H. Beilin & P. B. Pufall (Eds.), Piaget's theory: Prospects and possibilities (pp. 107–139). Erlbaum Hillsdale, NJ.
Gibson, E., & Walk, R. D. (1960). The „visual cliff". Scientific American, 202(4).
Gullone, E., & King, N. J. (1993). The fears of youth in the 1990s: Contemporary normative data. The Journal of Genetic Psychology, 154(2), 137–153.
Günther, R., & Degener, S. (2009). Psychomotorische Defizite von Kindern im Grundschulalter und ihre Auswirkungen auf die Radfahr-Ausbildung. UDV.
Günther, R., & Limbourg, M. (1976). Erlebnis- und Verhaltensformen von Kindern im Straßenverkehr Teil A: Dimensionen der Verkehrswelt von Kindern. Köln: BASt.

Günther, R. & Limbourg, M. (1977): Dimensionen der Verkehrswelt von Kindern. Bericht der Bundesanstalt für Straßenwesen: Erlebnis- und Verhaltensformen von Kindern im Straßenverkehr. Köln: Reihe Unfall- und Sicherheitsforschung Straßenverkehr, Heft 4, 7-80.
Günther, R. & Trunk, A. (2007): Motorische Basisfertigkeiten als Grundlage für die Radfahrausbildung in der Grundschule. ZVE 3, 7-9, 27-28
Hargreaves, D. J., & Davies, G. M. (1996). The development of risk-taking in children. Current Psychology, 15(1), 14–29.
Harter, S. (1999). The construction of the self: A developmental perspective.
Havighurst, R. J. (1972). Developmental tasks and education. New York: David McKay.
Higgins, A. T., & Turnure, J. E. (1984). Distractibility and concentration of attention in children's development. Child Development, 55, 1799–1810.
Hill, R., Lewis, V., & Dunbar, G. (2000). Young children's concepts of danger. British Journal of Developmental Psychology, 18(1), 103–119.
Hofer, T. & Aschersleben, G. (2004). "Theory of Mind"-Skala für 3- bis 5-jährige Kinder. Max Planck Institut für Kognitions- und Neurowissenschaften, Arbeitsbereich Psychologie: München
Hoffmann, E. R., Payne, A. & Prescott, S. (1980). Children's Estimates of Vehicle Approach Times. Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 22 (2), 235–240.
Hoffmann, J., Martin, C., & Schilling, A. (2003). Unique transitions between stimuli and responses in SRT tasks: Evidence for the primacy of response predictions. Psychological Research, 67(3), 160–173.
Hufgard, V. (2007). Entwicklung von Messinstrumenten zur Erfassung sporttechnischer Fertigkeiten des Fahrradfahrens. Diplomarbeit im Fach Psychologie. Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn. Bonn.
Hunziker, H.-W., (2006). Im Auge des Lesers. Foveale und periphere Wahrnehmung: Vom Buchstabieren zur Lesefreude. Transmedia Stäubli Verlag AG: Zürich.
Irwin-Chase H, Burns B. (2000). Developmental changes in children's abilities to share and allocate attention in a dual task. Journal of Experimental Child Psychology. (77), 61–85.
Jakob, S.A. (2016). Einflussfaktoren des Fußgängerverhaltens bei Fahrbahnquerungen auf der freien Strecke. Diplomarbeit, Technische Universität Dresden, Professur Verkehrspsychologie.
Joly, M.-F., Foggin, P. M., & Pless, I. B. (1991). Geographical and socio-ecological variations of traffic accidents among children. Social Science & Medicine, 33(7), 765–769.
Kaufmann, L., Nuerk, H., Konrad, K. & Willmes, K. (2007) Kognitive Entwicklungsneuropsychologie. Göttingen: Hogrefe.
Keller, K. (2016, Dezember 7). Neues Diagnostik-System - Richtungshören bei Kindern wichtig für Sicherheit im Alltag. Kinder- & Jugendärzte im Netz. Zugriff am 16.3.2017. Verfügbar unter: https://www.kinderaerzte-im-netz.de/news-archiv/meldung/article/neues-diagnostik-system-richtungshoeren-bei-kindern-wichtig-fuer-sicherheit-im-alltag/

Kellman, P. J., & Arterberry, M. E. (2006). Infant visual perception. In Handbook of Child Psychology (Wiley Onli). Wiley Online Library.
Kellman, P.J. & Arterberry, M.E. (2006). Perceptual development. In: Damon W, Kuhn D, and Siegler R (eds.) The Handbook of Child Psychology: Cognition, Perception, and Language, 6th edn., pp. 109–160. New York: Wiley.
Keshavarz, B., Landwehr, K., Baurès, R., Oberfeld, D., Hecht, H. & Benguigui, N. (2010). Age-Correlated Incremental Consideration of Velocity Information in Relative Time-to-Arrival Judgments. Ecological Psychology, 22 (3), 212-221.
Krause, A. (2021). Situation: Freie Querung einer Straße. In B. Schlag, S. Richter, S. Kröling & T. Gehlert (Hrsg.). Ganzheitliche Verkehrserziehung für Kinder und Jugendliche. Teil 1: Entwicklung verkehrsrelevanter Kompetenzen im Alter von 0 bis 14 Jahren. Band 2: In ausgewählten Verkehrssituationen. Forschungsbericht Nr. 78, (2., überarbeitete Auflage). Unfallforschung der Versicherer. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., Berlin.
Kohlberg, L. (1996). Die Psychologie der Moralentwicklung. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
Köhler, R. (1988): Reaktionsfähigkeit der 10- bis 14-jährigen Kinder im Vergleich zu den Erwachsenen. Zeitschrift für Verkehrserziehung, 38, 4, 91-95
Krist, H., Kavšek, M., & Wilkening, F. (2012). Wahrnehmung und Psychomotorik. In Schneider, Lindenberger (vormals R. Oerter & L. Montada) (Eds.), Entwicklungspsychologie. Weinheim: Beltz.
Krumm, S., Mertin, I., & Dries, C. (2012). Kompetenzmodelle. Göttingen: Hogrefe Verlag.
Küting, H. J., Boigs, R., & Winkler, W. (1979). Das Verkehrsverhalten radfahrender Kinder. Unfall u Sicherheitsforschung Straßenverkehr (BASt). Köln.
Lea-Test Ltd. Hiding Heidi Low Contrast Test. Zugriff am 12.09.2017. Verfügbar unter: http://www.lea-test.fi/de/sehtests/instruct/hidinghe/hidinghe.html
Lea-Test Ltd. Nef Perimeter. Zugriff am 12.09.2017. Verfügbar unter http://www.lea-test.fi/de/einschat/teil1/gesichts.html
Lai, Y.-H., Wang, H.-Z. & Hsu, H.-T. (2011). Development of visual acuity in preschool children as measured with Landolt C and Tumbling E charts. Journal of AAPOS: the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus, 15(3), 251-5. Doi: 10.1016/j.jaapos.2011.03.010.
Lasenby-Lessard, J., & Morrongiello, B. A. (2011). Understanding risk compensation in children: Experience with the activity and level of sensation seeking play a role. Accident Analysis & Prevention, 43(4), 1341–1347.
Leat, S. J., Yadav, N. K., & Irving, E. L. (2009). Development of Visual Acuity and Contrast Sensitivity in Children. J. Optom, 2(1), 19–26.
Limbourg, M. (1976). Das Verhalten von 4-9jährigen Kindern bei der Straßenüberquerung. Zeitschrift für Experimentelle und Angewandte Psychologie, 23(4).
Limbourg, M. (1995). Kinder im Straßenverkehr. Gesundheitsschutz in Schule und Beruf, (4).
Limbourg, M. (1997). Kinder unterwegs im Verkehr - Ansätze zur Erhöhung der Verkehrssicherheit im Kindes- und Jungendalter. Verkehrswachtforum, Heft 3, Meckenheim. Verfügbar unter: http://duepublico.uni-duisburg-essen.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-632/Vw.pdf

Limbourg, M. (1998). Überforderte Kinder im Straßenverkehr. Welche Forderungen stellt die Kinderpsychologie an das Zivilrecht. Universität Essen. Vortrag beim Verkehrsgerichtstag in Goslar 1998.
Limbourg, M. (2001). Mobilitätsverkehrserziehung als Aufgabe der Grundschule. Sache-Wort-Zahl, Heft 38
Limbourg, M. (2007). Kinder im Straßenverkehr, GUVV Westfalen-Lippe, Münster
Limbourg, M. (2008). Kinder unterwegs im Straßenverkehr. Prävention in NRW 12. Düsseldorf: Unfallkasse Nordrhein-Westfahlen.
Limbourg, M. (2010). Prävention in NRW 12: Kinder unterwegs im Straßenverkehr. (Unfallkasse Nordrhein-Westfalen Hrsg.) (2. Aufl.). Düsseldorf: KWIK-COLOR. Zugriff am 11. 08. 2017. Verfügbar unter: https://www.unfallkasse-nrw.de/fileadmin/server/download/praevention_in_nrw/praevention_nrw_12.pdf.
Limbourg, M., Flade, A., & Schönharting, J. (2000). Mobilität im Kindes- und Jugendalter. Opladen: Leske + Budrich.
Ljublinskaja, A. A. (1985). Kinderpsychologie. Volk und Wissen.
Luciana, M., & Nelson, C. A. (1998). The functional emergence of prefrontally-guided working memory systems in four-to eight-year-old children. Neuropsychologia, 36(3), 273-293.
Mackworth, N.H. & Brunner, J.S. (1970). How adults and children search and recognize pictures. Human Development, 13, 149-177.
Mantzicopoulos, P. (2006). Younger children's changing self-concepts: Boys and girls from preschool through second grade. The Journal of Genetic Psychology, 167(3), 289–308.
Martin, G. L., & Heimstra, N. W. (1973). The perception of hazard by children. Journal of Safety Research, 5(4), 238–246.
Martin, L. (2010). Development of the Visual Field. In G. Lennerstrand & G. Ö. Seimyr (Eds.), Advances in Pediatric Ophthalmology Research. Stockholm.
Matsuda, F. (2001). Development of concepts of interrelationships among duration, distance, and speed. International Journal of Behavioral Development, 25(5), 466-480.
Matsuda, F. (1996). Duration, Distance, and Speed Judgments of Two Moving Objects by 4- to 11-Year Olds. Journal of Experimental Child Psychology, 63 (2), 286–311.
Mead, G. H. (1934). Mind, self, and society: From the standpoint of a social behaviorist (Works of George Herbert Mead, Vol. 1). Chicago: University of Chicago. deutsch: Mead, G.H. (1973). Geist, Identität und Gesellschaft. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
Meltzoff, A. N. (1995). Understanding the Intentions of Others: Re-Enactment of Intended Acts by 18-Month-Old Children. Developmental Psychology, 31(5), 838–850. http://doi.org/10.1037/0012-1649.31.5.838
Michaelis, M. (2021). Situation: Straßenquerung am Fußgängerüberweg. In B. Schlag, S. Richter, S. Kröling & T. Gehlert (Hrsg.). Ganzheitliche Verkehrserziehung für Kinder und Jugendliche. Teil 1: Entwicklung verkehrsrelevanter Kompetenzen im Alter von 0 bis 14 Jahren. Band 2: In ausgewählten Verkehrssituationen. Forschungsbericht Nr. 78 (2., überarbeitete Auflage). Unfallforschung der Versicherer. Gesamtverband der Deut-schen Versicherungswirtschaft e.V., Berlin.

Michaelis, R. & Niemann, G. (1999). Entwicklungsneurologie und Neuropädiatrie: 26 Tabellen. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
Michaelis, R., & Niemann, G. W. (2004). Entwicklungsneurologie und Neuropädiatrie: Grundlagen und diagnostische Strategien. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
Miller, P. H., & Weiss, M. G. (1981). Children's attention allocation, understanding of attention, and performance on the incidental learning task. Child Development, 1183–1190.
Mischel, W. (1971). Introduction to personality. Holt, Rinehart & Winston.
Morrongiello, B. A., Corbett, M., Milanovic, M., Pyne, S. & Vierich, R. (2015). Innovations in using virtual reality to study how children cross streets in traffic: evidence for evasive action skills. Injury Prevention (1353-8047), 21 (4), 266–270.
Müller, R., Fleischer, G., & Schneider, J. (2012). Pure-tone auditory threshold in school children. European Archives of Oto-Rhino-Laryngology, 269(1), 93–100.
Neumann-Opitz, N. (2008). Radfahren in der ersten und zweiten Klasse. Eine empirische Studie. Kiel.
O'Neal, E. E., Jiang, Y., Franzen, L. J., Rahimian, P., Yon, J. P., Kearney, J. K., & Plumert, J. M. (2017). Changes in Perception–Action Tuning Over Long Time Scales: How Children and Adults Perceive and Act on Dynamic Affordances When Crossing Roads. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1037/xhp0000378
Oberger, J. (2015). Sportmotorische Tests im Kindes-und Jugendalter: Normwertbildung-Auswertungsstrategien-Interpretationsmoeglichkeiten; Ueberpruefung anhand der Daten des Motorik-Moduls (MoMo) (Vol. 6). KIT Scientific Publishing.
Ocio, B. (1973). La représentation du danger chez l'enfant dans la circulation. Organisme National de Sécurité Routière, Paris.
Oerter, R. & Montada, L. (2008). Entwicklungspsychologie. Weinheim: Beltz, 6. vollst. überarbeitete Auflage.
Oerter, R., & Montada, L. (Hrsg., 1995). Entwicklungspsychologie. Weinheim: PsychologieVerlagsUnion.
Ortlepp, J. (2009). Unfallforschung kommunal: Nr.5 Zebrastreifen. Unfallforschung der Versicherer. Zugriff am 11. 07. 2017. Verfügbar unter: https://udv.de/download/file/fid/7864
Pastò, L., & Burack, J. A. (1997). A developmental study of visual attention: Issues of filtering efficiency and focus. Cognitive Development, 12(4), 523–535.
Paul, J. (1967). Grundlagen zur Erforschung von Raum-und Zeitbewußtseinsstörungen bei Kindern und Jugendlichen. DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift, 92(38), 1727–1734.
Pearson, D. A., & Lane, D. M. (1990). Visual attention movements: A developmental study. Child Development, 61(6), 1779–1795. 22 (2), 235–240.
Perner, J., & Wimmer, H. (1985). "John thinks that Mary thinks that…" attribution of second-order beliefs by 5-to 10-year-old children. Journal of Experimental Child Psychology, 39(3), 437–471.
Pfafferott, I. (1994). Straßengestaltung im Interesse von Kindern. In: Flade, A. (Hrsg.). Mobili-tätsverhalten: Bedingungen und Veränderungsmöglichkeiten aus umweltpsychologischer Sicht. Unter Mitarbeit von Klaus-Peter Kalwitzki. Weinheim: Psychologie Verlags Union. 291-304.

Pfeffer, K., & Barnecutt, P. (1996). Children's auditory perception of movement of traffic sounds. Child: Care, Health and Development, 22(2), 129–137.
Piaget, J. (1983). Meine Theorie der geistigen Entwicklung. Frankfurt: Fischer Verlag.
Pick, A. D., Christy, M. D., & Frnkel, G. W. (1972). A developmental study of visual selective attention. Journal of Experimental Child Psychology, 14(2), 165-175.
Pieper, W. (1990). Entwicklung der Wahrnehmung. In Angewandte Entwicklungspsychologie des Kindes-und Jugendalters (pp. 19–46). Heidelberg: Quelle & Meyer.
Pitcairn, T. K., & Edlmann, T. (2000). Individual differences in road crossing ability in young children and adults. British Journal of Psychology, 91(3), 391–410.
Plumert, J. M. (1995). Relations between children's overestimation of their physical abilities and accident proneness. Developmental Psychology, 31(5), 866.
Plumert, J. M., Kearney, J. K., & Cremer, J. F. (2004). Children's Perception of Gap Affordances: Bicycling Across Traffic Filled Intersections in an Immersive Virtual Environment. Child Development, 75(4), 1243–1253.
Plumert, J.M., Kearney, J.K., Cremer, J.F., Recker, K.M. & Strutt, J. (2011). Changes in children's perception-action tuning over short time scales: bicycling across traffic-filled intersections in a virtual environment. Journal of experimental child psychology, 108(2):322-337. doi:10.1016/j.jecp.2010.07.005
Richter, S. (2021). Situation: Radfahren - Aufsteigen und Losfahren. In B. Schlag, S. Richter, S. Kröling & T. Gehlert (Hrsg.). Ganzheitliche Verkehrserziehung für Kinder und Jugendliche. Teil 1: Entwicklung verkehrsrelevanter Kompetenzen im Alter von 0 bis 14 Jahren. Band 2: In ausgewählten Verkehrssituationen. Forschungsbericht Nr. 78 (2., überarbeitete Auflage). Unfallforschung der Versicherer. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., Berlin.
Richter, S. (2014). Kinder im Straßenverkehr – Betrachtungen aus verkehrspsychologischer Sicht. In M. Otten & S. Wittkowske (Eds.), Mobilität für die Zukunft. Interdisziplinäre und (fach)didaktische Herausforderungen. (pp. 23–32). Bielefeld: Bertelsmann Verlag GmbH & Co. KG.
Ridderinkhof, K. R., & van der Molen, M. W. (1997). Mental resources, processing speed, and inhibitory control: A developmental perspective. Biological psychology, 45(1), 241-261.
Rollett, B. (1993). Zur Entwicklung des Sicherheitsbewußtseins bei Kindern und Jugendlichen. In Bericht über den 38. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Psychologie in Trier (1992 (pp. 271-277).
Rosenbloom, T., Nemrodov, D., Ben-Eliyahu, A., & Eldror, E. (2008). Fear and danger appraisals of a road-crossing scenario: a developmental perspective. Accid Anal Prev, 40(4), 1619–1626.
Rothbart, M. K., Ahadi, S. A., Hershey, K. L. & Fisher, P. (2001). Investigations of Temperament at Three to Seven Years: The Children's Behavior Questionnaire. Child Development, 72 (5), 1394.
Rößger, L., Schade, J., Schlag, B., & Gehlert, T. (2011). Verkehrsregelakzeptanz und Enforcement. Berlin: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.

Röthlisberger, M., Neuenschwander, R., Michel, E., & Roebers, C. M. (2010). Exekutive Funktionen: Zugrundeliegende kognitive Prozesse und deren Korrelate bei Kindern im späten Vorschulalter. Zeitschrift Für Entwicklungspsychologie Und Pädagogische Psychologie, 42(2), 99–110.
Röttjer, M. (2017). Effekte von Ablenkung auf das Sicherungs- und Querungsverhalten bei Fußgängern. Masterarbeit. Technische Universität Dresden, Professur Verkehrspsychologie.
Sandels, S. (1975). Children in traffic. James.
Savelsbergh, G., Davids, K., Van der Kamp, J., & Bennett, S. J. (2013). Development of movement coordination in children: applications in the field of ergonomics, health sciences and sport. Routledge.
Schilling, F., & Kiphard, E. J. (1974). Körperkoordinationstest für Kinder: KTK. Beltz.
Schlag, B. (2013). Lern- und Leistungsmotivation. Wiesbaden: Springer VS, 4. Auflage.
Schlag, B. & S. Richter, Kröling, S. & Gehlert, T. (2021). Ganzheitliche Verkehrserziehung für Kinder und Jugendliche. Teil 1: Entwicklung verkehrsrelevanter Kompetenzen im Alter von 0 bis 14 Jahren. Band 2: In ausgewählten Verkehrssituationen. Forschungsbericht Nr. 78 (2., überarbeitete Auflage). Unfallforschung der Versicherer. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., Berlin.
Schlag, B. & Richter, S. (2021). Situation: Bei Ablenkung / in Gruppen auf Verkehr aufmerksam bleiben (Störbarkeit, Situationsbewusstsein). In B. Schlag, S. Richter, S. Kröling & T. Gehlert (Hrsg.). Ganzheitliche Verkehrserziehung für Kinder und Jugendliche. Teil 1: Entwicklung verkehrsrelevanter Kompetenzen im Alter von 0 bis 14 Jahren. Band 2: In ausgewählten Verkehrssituationen. Forschungsbericht Nr. 78 (2., überarbeitete Auflage). Unfallforschung der Versicherer. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., Berlin.
Schmied, M. (2021). Situation: Linksabbiegen mit dem Fahrrad an ungeregelten Kreuzungen. In B. Schlag, S. Richter, S. Kröling & T. Gehlert (Hrsg.). Ganzheitliche Verkehrserziehung für Kinder und Jugendliche. Teil 1: Entwicklung verkehrsrelevanter Kompetenzen im Alter von 0 bis 14 Jahren. Band 2: In ausgewählten Verkehrssituationen. Forschungsbericht Nr. 78 (2.,überarbeitete Auflage). Unfallforschung der Versicherer. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., Berlin.
Schlag, B., & Richter, S. (2002). Psychologische Bedingungen der Unfallentstehung bei Kindern und Jugendlichen. Report Psychologie, 27(7), 414–428.
Schlag, B., & Richter, S. (2008). Verkehrspsychologische Lehre und Forschung - ein Überblick. Verkehrszeichen, 24(4).
Schlag, B., Richter, S. (2005). Internationale Ansätze zur Prävention von Kinderverkehrsunfällen. Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 51(4).
Schlag, B., Roesner, D., Zwipp, H., & Richter, S. (Hrsg., 2006). Kinderunfälle: Ursachen und Prävention. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
Schnabel, W., & Lohse, D. (2011). Grundlagen der Straßenverkehrstechnik und der Verkehrsplanung - Band 1: Straßenverkehrstechnik, Beuth Verlag GmbH, Berlin 2011
Schnabel, G. & Thieß, G. (1993). Lexikon Sportwissenschaft. Berlin: Sport und Gesundheit Verlag.

Schneider, C. M. (2001). Eine Analyse von Kinder- und Jugendunfällen unter Berücksichtigung von Alter und Kognition. In: Schlag, B. & Richter, S. (2004). Unfallprävention - Verkehrssicherheit. In: Schlag, B. (Hrsg). Verkehrspsychologie: Mobilität-Sicherheit- Fahrerassistenz. Legerich: Pabst.
Schneider, W. & Lindenberger, U. (2012). Entwicklungspsychologie (7., vollständig überarbeitete Auflage). Weinheim: Beltz.
Schuch, S. & Koch, I. (2017). Handlungsplanung. In M. A. Wirtz (Hrsg.), Dorsch – Lexikon der Psychologie. Zugriff am 01.10.2017, Verfügbar unter: https://m.portal.hogrefe.com/dorsch/handlungsplanung/
Schüller, H., Schade, J., Rößger, L. & Maier, R. (2017). Systematische Untersuchung sicherheitsrelevanten Fußgängerverhaltens. Stuttgart/Dresden. Zwischenbericht für die Bundesanstalt für Straßenwesen.
Schützhofer, B. (2017). Verkehrsreife. Theoretische Fundierung, Entwicklung und Erprobung der Testbatterie zur Erfassung der Verkehrsreife TBVR 14+. Bonn: Kirschbaumverlag.
Schützhofer, B. & Banse, R. (2019). Gefahrenwahrnehmungs- und Copingtest (GECO). [Software und Manual]. Mödling: Schuhfried GmbH.
Schützhofer et al. (2015). Neue Ansätze in der verkehrspsychologischen Verkehrssicherheitsarbeit im Kindesalter (Zeitschrift für Verkehrssicherheit), 2015/4, 235–246.
Schwebel, D. C., Davis, A. L., & O'Neal, E. E. (2012). Child Pedestrian Injury: A Review of Behavioral Risks and Preventive Strategies. Am J Lifestyle Med., 6(4), 292–302.
Schwebel, D. C., Stavrinos, D., Byington, K. W., Davis, T., O'Neal, E. E., & de Jong, D. (2012). Distraction and pedestrian safety: how talking on the phone, texting, and listening to music impact crossing the street. Accident; analysis and prevention, 45(2), 266–271.
Schwebel, D. C., Gaines, J. & Severson, J. (2008). Validation of virtual reality as a tool to understand and prevent child pedestrian injury. Accident Analysis & Prevention, 40 (4), 1394–1400.
Schwebel, D. C., & Plumert, J. M. (1999). Longitudinal and concurrent relations among temperament, ability estimation, and injury proneness. Child Development, 70(3), 700–712.
Selman, R. L. (1984). Die Entwicklung des sozialen Verstehens. Entwicklungspsychologische und klinische Untersuchungen. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
Siegler, R. S., & Richards, D. D. (1979). Development of time, speed, and distance concepts. Developmental Psychology, 15(3), 288.
Slater, A. (2001). Visual perception. In: Bremner, G., Fogel, A. (Eds.) Blackwell handbook of infant development. Malden, Ma: Bleckwell, 5-34
Sodian, B., Perst, H., & Meinhardt, J. (2012). Entwicklung der Theory of Mind in der Kindheit. In H. Förstl (Ed.), Theory of Mind. Neurobiologie und Psychologie sozialen Verhaltens (pp. 61–77). Heidelberg: Springer.
Sokol, S. & Dobson, V. (1976). Pattern reversal visually evoked potentials in infants. Invest Ophthalmol, (15(1)), 58–62.

Spengler, S., Rabel, M., Kuritz, A. M., & Mess, F. (2017). Trends in Motor Performance of First Graders: A Comparison of Cohorts from 2006 to 2015. *Frontiers in Pediatrics*. Retrieved from https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fped.2017.00206
Statistisches Bundesamt (2017, Juli 6). Verkehr: Verkehrsunfälle 2016. Statistische Bundesamt. Zugriff am 02.08.2017. Verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/TransportVerkehr/Verkehrsunfaelle/VerkehrsunfaelleJ2080700167004.pdf?__blob=publicationFile
Statistisches Bundesamt (2017, August 15). Verkehrsunfälle: Kinderunfälle im Straßenverkehr. Statistisches Bundesamt. Zugriff am 11.07.2017. Verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/TransportVerkehr/Verkehrsunfaelle/UnfaelleKinder5462405157004.pdf?__blob=publicationFile
Stavrinos, D., Byington, K. W., & Schwebel, D. C. (2009). Effect of cell phone distraction on pediatric pedestrian injury risk. Pediatrics, 123(2), e179-e185.
Stolzenberg, H., Kahl, H., & Bergmann, K. E. (2007). Körpermaße bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland. Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz, 50(5), 659-669.
Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. Journal of experimental psychology, 18(6), 643.
Sturzbecher, D., Schmidt, J., Genschow, J. (2017). Schulische Mobilitäts- und Verkehrserziehung in Deutschland – graue Theorie oder bunte Praxis? Zeitschrift für Verkehrssicherheit 63, 3, 68-74.
Tabibi Z & Pfeffer K. (2007). Finding a safe place to cross the road: the effect of distractors and the role of attention in children's identification of safe and dangerous road-crossing sites. Infant & Child Development, 16 (2), 193–206.
Tabibi, Z., & Pfeffer, K. (2003). Choosing a safe place to cross the road: the relationship between attention and identification of safe and dangerous roadcrossing sites. Child: Care, Health and Development, 29(4), 237–244.
te Velde, A. F., van der Kamp, J., Barela, J. A., & Savelsbergh, G. J. P. (2005). Visual timing and adaptive behavior in a road-crossing simulation study. Accident Analysis & Prevention, 37(3), 399–406.
Tharpe, A. M., & Ashmead, D. H. (2001). A longitudinal investigation of infant auditory sensitivity. American Journal of Audiology, 10(2), 104–112.
Thomson, J. A. (1997). Developing safe route planning strategies in young child pedestrians. Journal of Applied Developmental Psychology, 18(2), 271–281.
Tolmie, A., Thomson, J. A., Foot, H. C., Whelan, K., Morrison, S. & McLaren, B. (2005). The effects ofadult guidance and peer discussion on the development ofchildren's representations: Evidence from the training of pedestrian skills. British Journal of Psychology, 96, 181-204.
Trick, L. M., & Enns, J. T. (1998). Lifespan changes in attention: The visual search task. Cognitive Development, 13(3), 369–386.
Trifunović, A., Pešić, D., Čičević, S., & Antić, B. (2017). The importance of spatial orientation and knowledge of traffic signs for children's traffic safety. Accident Analysis & Prevention, 102, 81–92.

Tschopp, Ch., Safran, A., Viviani, P., Reicherts, M., Bullinger, A., Mermoud, Ch. (1998). Automated visual field examination in children aged 5-8 years. Part II: Normative values. Vision Research 38,2211-2218
Uhr, A. (2015). Entwicklungspsychologische Grundlagen. Überblick und Bedeutung für die Verkehrssicherheit (bfu-Grund). Bern: bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung
Underwood, J., Dillon, G., Farnsworth, B., & Twiner, A. (2007). Reading the road: the influence of age and sex on child pedestrians' perceptions of road risk. British Journal of Psychology, 98(1), 93–110.
Unterrainer, J. M., Kaller, C. P., Loosli, S. V., Heinze, K., Ruh, N., Paschke-Müller, M. et al. (2015). Looking ahead from age 6 to 13: A deeper insight into the development of planning ability. British Journal of Psychology, 106 (1), 46–67.
van der Meer, E., Gerlach, R. & Gehlert, T. (2020). Entwicklung der Geschwindigkeitswahrnehmung bei Kindern, Forschungsbericht Nr. 72. Unfallforschung der Versicherer. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., Berlin.
Van der Molen, H. H. (1981). Child pedestrian's exposure, accidents and behaviour. Accident Analysis & Prevention, 13(3), 193–224.
Van der Molen, H. H. (2002). Young pedestrians and young cyclists. In: Fuller, R., Santos, J.A. (Eds.) Human Factors for Highway engineers, Pergamon.
Várhelyi, A. (1998). Drivers' speed behaviour at a zebra crossing: A case study. Accident Analysis and Prevention, 30(6), 731–743. Doi:10.1016/S0001-4575(98)00026-8
Vinje, M. P. (1981). Children as pedestrians: abilities and limitations. Accident Analysis & Prevention, 13(3), 225-240.
Walesa, C. (1975). Children's approaches to chance-and skill-dependent risk. Polish Psychological Bulletin.
Walter, E., Achermann Stuermer, Y., Scaramuzza, G., Niemann, S., & Cavegn, M. (2013). Fussverkehr. Sicherheitsdossier Nr. 11, Bern: bfu
Walter, E., Achermann Stuermer, Y., Scaramuzza, G., Niemann, S., & Cavegn, M. (2012). Fahrradverkehr. Sicherheitsdossier Nr. 8, Bern: bfu
Wann, J. P., Edgar, P., & Blair, D. (1993). Time-to-contact judgment in the locomotion of adults and preschool children. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 19(5), 1053.
Warwitz, S. (2009). Verkehrserziehung vom Kinde aus. Hohengehren: Schneider Verlag.
Weber, K., Van Betuw, A., Braun, E., Caraben, A., Gregerson, N. P., Hellstein, H., & Vissers, J. (2005). ROSE 25–Inventory and compiling of a European good practice guide on road safety education targeted at young people. Final Report for European DG TREN, Wien: Austrian Board of Safety and Prevention.
Weinert, F. E. (2014). Leistungsmessungen in Schulen (Pädagogik). Weinheim Basel: Beltz Verlag.
Welsh, M. C., Pennington, B. F. & Groisser, D. B. (1991). A normative developmental study of executive function: A window on prefrontal function in children. Developmental Neuropsychology, 7(2), 131-149.

Whitebread, D., & Neilson, K. (2000). The contribution of visual search strategies to the development of pedestrian skills by 4-11 year-old children. British Journal of Educational Psychology, 70(4), 539–557.
Wildner, M., Heißenhuber, D.-B. A., & Kuhn, P. H. J. (2009). Unfälle im Kindesalter. In Kindergesundheit stärken (pp. 210–219). Springer.
Wilkening, F. (1981). Integrating velocity, time, and distance information: A developmental study. Cognitive Psychology, 13(2), 231–247.
Wimmer, H., & Perner, J. (1983). Beliefs about beliefs: Representation and constraining function of wrong beliefs in young children's understanding of deception. Cognition, 13(1), 103–128.
Woitzik, M. (2016). Entwicklung eines Beobachtungsschemas zum Querungsverhalten von Fussgängern. Diplomarbeit, Technische Universität Dresden, Professur Verkehrspsychologie.
Wright, I., Waterman, M., Prescott, H., & Murdoch-Eaton, D. (2003). A new Stroop-like measure of inhibitory function development: typical developmental trends. Journal of Child Psychology and Psychiatry, 44(4), 561-575.
Young, D. S., & Lee, D. N. (1987). Training children in road crossing skills using a roadside simulation. Accident Analysis & Prevention, 19(5), 327–341.
Yu-Hung, L., Hwei-Zu, W., & Hsin-Tien, H. (2011). Development of visual acuity in preschool children as measured with Landolt C and Tumbling E charts. Journal of AAPOS, 15, 251–255.
Zeedyk, M. S., Wallace, L., & Spry, L. (2002). Stop. Look, listen and think? What young children really do when crossing the road. Accident Analysis & Prevention, 34(1), 43–50.
elazo, P. D. (2006). The Dimensional Change Card Sort (DCCS): A method of assessing executive function in children. Nature Protocols, 1(1), 297.
Zelazo, P. D., & Carlson, S. M. (2012). Hot and cool executive function in childhood and adolescence: Development and plasticity. Child Development Perspectives, 6(4), 354–360.
Zhuang, X. & Wu, C. (2011). Pedestrians' crossing behaviors and safety at unmarked roadway in China. Accident; Analysis and Prevention, 43(6):1927-1936. DOI: 10.1016/j.aap.2011.05.005.
Zimmer, R. (2014). Handbuch Bewegungserziehung: Grundlagen für Ausbildung und pädagogische Praxis. (1. Ausgabe der überarbeiteten und erweiterten Neuausgabe 2014 (26. Gesamtauflage).). Freiburg Basel Wien: Herder GmbH.
Zimmer, R. & Volkamer, M. (1984). Motoriktest für vier- bis sechsjährige Kinder, MOT 4–6. Weinheim: Beltz
Zwahlen, H. T. (1975). Distance judgement capabilities of children and adults in a pedestrian situation. Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 21(2), 104–114.

Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.

Wilhelmstraße 43 / 43G
10117 Berlin
Postfach 08 02 64
10002 Berlin

Tel. 030/2020-5000
Fax 030/2020-6000
berlin@gdv.org, unfallforschung@gdv.de

www.gdv.de, www.udv.de