

Aus der Augenklinik und Poliklinik  
der Universitätsmedizin der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz

Entwicklung der ophthalmologischen Befunde der Schuleingangsuntersuchungen  
von 2009/10 bis 2014/15 in Rheinland-Pfalz

Inauguraldissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades der  
Medizin  
der Universitätsmedizin  
der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz

Vorgelegt von

Denis Friedrich Müller  
aus Stuttgart-Bad Cannstatt

Mainz, 2021

Tag der Promotion:

07. Dezember 2021

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>I</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>IV</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>V</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>VI</b>
<b>1. Einleitung und Ziel der Studie.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Literaturdiskussion.....</b>	<b>2</b>
2.1 Amblyopie.....	2
2.1.1 Definition.....	2
2.1.2 Symptome.....	2
2.1.3 Häufigkeiten.....	2
2.1.4 Amblyopieformen.....	3
2.1.4.1 Deprivationsamblyopie .....	3
2.1.4.2 Suppressionsamblyopie .....	4
2.2 Therapieoptionen und Prognosen.....	5
2.3 Vorsorgeuntersuchungen .....	6
2.3.1 Vorsorgeuntersuchungen Allgemein.....	6
2.3.2 Augenärztliche Vorsorgeuntersuchung.....	7
2.3.3 Kindervorsorgeuntersuchungen im Überblick.....	9
2.3.4 Kindervorsorgeuntersuchung U7a.....	12
2.3.5 Kindervorsorgeuntersuchung U8.....	12
2.3.6 Kindervorsorgeuntersuchung U9.....	12
2.4 Schuleingangsuntersuchung.....	13
<b>3. Material und Methode.....</b>	<b>14</b>
3.1 Datengrundlage .....	14
3.1.1 Sehtest Schuleingangsuntersuchung.....	15
3.1.2 Definition der Auffälligkeitsmodelle.....	15
3.1.3 Confounder.....	19

3.2. Statistische Verfahren.....	21
3.2.1 Theorie des logistischen Regressionsmodells.....	21
3.2.2 Die logistische Kurve.....	22
3.2.3 Das Akaike-Information-Criterion.....	23
3.2.4 Das Odds Ratio.....	23
<b>4. Ergebnisse .....</b>	<b>25</b>
4.1 Deskriptive Ergebnisdarstellungen.....	25
4.1.1 Ein- und Ausschlusskriterien.....	25
4.1.2 Teilnehmer der Vorsorgeuntersuchungen.....	26
4.1.3 Verteilung möglicher Confounder .....	27
4.1.4 Deskriptive Ergebnisse aller Teilnehmer für eine Seheinschränkung.....	28
4.1.5 Deskriptive Ergebnisse über die Jahre verteilt .....	31
4.1.6 Deskriptive Ergebnisdarstellung der U7a.....	34
4.1.6.1 Mon- oder binokular Visus <0,7.....	34
4.1.6.2 Binokular Visus <0,7.....	35
4.1.6.3 Monokularer Visus <0,7.....	36
4.1.6.4 Visus <0,7 des rechten Auges.....	38
4.1.6.5 Visus <0,7 des linken Auges.....	39
4.1.7 Deskriptive Ergebnisdarstellungen der U8 und U9.....	41
4.2 Assoziationsanalyse in Bezug auf reduzierte Sehschärfe.....	41
4.2.1 Logistische Regressionsanalyse in Bezug auf die U7a.....	42
4.2.2 Logistische Regressionsanalyse in Bezug auf die U8 .....	43
4.2.3 Logistische Regressionsanalyse in Bezug auf die U9.....	44
<b>5. Diskussion.....</b>	<b>45</b>
5.1 Allgemein.....	45
5.2 Beteiligung an den Vorsorgeuntersuchungen.....	46
5.3 Auswirkungen der Vorsorgeuntersuchungen auf die Sehschärfe.....	47
5.4 Brillenträger.....	49
5.5 Vergleichsstudien in Europa.....	50
5.6 Limitation der Studie.....	51

**6. Zusammenfassung.....53**

**7. Literatur.....54**

**8. Anhang.....61**

**Danksagung**

**Lebenslauf**

## Abkürzungsverzeichnis

SEU	Schuleingangsuntersuchung
LIS	Landesinformationssystem
dpt	Dioptrie
KI	Konfidenzintervall
OR	Odds Ratio
c.p.	ceteris paribus (lateinisch) unter sonst gleichen Bedingungen (deutsch)
DAG	directed acyclic graph (englisch) gerichteter azyklischer Graph (deutsch)
AIC	Akaike-Information-Criterion

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Beziehung der unterschiedlichen Confounder zueinander.....	19
Abbildung 2	Flussdiagramm der ein- und ausgeschlossenen Daten.....	25
Abbildung 3	Teilnahme an den Vorsorgeuntersuchungen in den einzelnen Jahrgängen.....	26
Abbildung 4	Zeitliche Veränderung der Teilnehmerquote bei der U7a.....	33
Abbildung 5	Zeitliche Veränderung der Visuseinschränkung, Augenarztkontakten und Brillenträger.....	33

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Übersicht der Vorsorgeuntersuchungen im Kindesalter.....	9
Tabelle 2	Codeplan der Sehtestergebnisse.....	16
Tabelle 3	Kreuztabelle der Sehtestergebnisse der SEU nach rechtem und linkem Auge getrennt.....	18
Tabelle 4	Definition möglicher auffälliger Sehtest-Ergebnisse.....	18
Tabelle 5	Variablenübersicht .....	20
Tabelle 6	Verteilung von Alter und Geschlecht in den einzelnen Jahrgängen bei der SEU.....	27
Tabelle 7	Verteilung von Brillenträger, Augenarztkontakt und Sprache „Deutsch“ in den einzelnen Jahrgängen bei der SEU.....	27
Tabelle 8	Prävalenz des mon- oder binokularen Visus $<0,7$ und für mögliche Störgrößen stratifiziert.....	29
Tabelle 9	Prävalenz des binokularen Visus $<0,7$ und für mögliche Störgrößen stratifiziert.....	29
Tabelle 10	Prävalenz des monokularen Visus $<0,7$ und für mögliche Störgrößen stratifiziert.....	29
Tabelle 11	Prävalenz des Visus $<0,7$ des rechten Auges und für mögliche Störgrößen stratifiziert.....	30
Tabelle 12	Prävalenz des Visus $<0,7$ des linken Auges und für mögliche Störgrößen stratifiziert.....	30

Tabelle 13	Prävalenz der Visuseinschränkung, stratifiziert für die einzelnen Untersuchungsjahrgänge.....	32
Tabelle 14	Prävalenz des mon- oder binokularen Visus <0,7 stratifiziert für U7a Teilnahme und für mögliche Störgrößen.....	35
Tabelle 15	Prävalenz des binokularen Visus <0,7 stratifiziert für U7a Teilnahme und für mögliche Störgrößen.....	36
Tabelle 16	Prävalenz des monokularen Visus <0,7 stratifiziert für U7a Teilnahme und für mögliche Störgrößen.....	37
Tabelle 17	Prävalenz des Visus <0,7 des rechten Auges stratifiziert für U7a Teilnahme und für mögliche Störgrößen.....	39
Tabelle 18	Prävalenz des Visus <0,7 des linken Auges stratifiziert für U7a Teilnahme und für mögliche Störgrößen.....	40
Tabelle 19	Zusammenfassung der Assoziationsanalyse zwischen Sehschärfeneinschränkung und Teilnahme an der U7a, adjustiert für Alter, Geschlecht, Tragen einer Brille, Sozialstatus und Zuhause gesprochene Sprache „Deutsch“.....	42
Tabelle 20	Zusammenfassung der Assoziationsanalyse zwischen Sehschärfeneinschränkung und Teilnahme an der U8, adjustiert für Alter, Geschlecht, Tragen einer Brille, Sozialstatus und Zuhause gesprochene Sprache „Deutsch“.....	43
Tabelle 21	Zusammenfassung der Assoziationsanalyse zwischen Sehschärfeneinschränkung und Teilnahme an der U9, adjustiert für Alter, Geschlecht, Tragen einer Brille, Sozialstatus und Zuhause gesprochene Sprache „Deutsch“.....	44

Tabelle 22	Prävalenz des mon- oder binokularen Visus <0,7 stratifiziert für U8 Teilnahme und für mögliche Störgrößen.....	61
Tabelle 23	Prävalenz des binokularen Visus <0,7 stratifiziert für U8 Teilnahme und für mögliche Störgrößen.....	61
Tabelle 24	Prävalenz des monokularen Visus <0,7 stratifiziert für U8 Teilnahme und für mögliche Störgrößen.....	62
Tabelle 25	Prävalenz des Visus <0,7 des rechten Auges stratifiziert für U8 Teilnahme und für mögliche Störgrößen.....	62
Tabelle 26	Prävalenz des Visus <0,7 des linken Auges stratifiziert für U8 Teilnahme und für mögliche Störgrößen.....	63
Tabelle 27	Fehlende U8-Teilnahme.....	63
Tabelle 28	Prävalenz des mon- oder binokularen Visus <0,7 stratifiziert für U9 Teilnahme und für mögliche Störgrößen.....	64
Tabelle 29	Prävalenz des binokularen Visus <0,7 stratifiziert für U9 Teilnahme und für mögliche Störgrößen.....	64
Tabelle 30	Prävalenz des monokularen Visus <0,7 stratifiziert für U9 Teilnahme und für mögliche Störgrößen.....	65
Tabelle 31	Prävalenz des Visus <0,7 des rechten Auges stratifiziert für U9 Teilnahme und für mögliche Störgrößen.....	65
Tabelle 32	Prävalenz des Visus <0,7 des linken Auges stratifiziert für U9 Teilnahme und für mögliche Störgrößen.....	66
Tabelle 33	Fehlende U9-Teilnahme.....	66

Tabelle 34	Logistischen Regressionsanalysen zwischen Sehschärfeneinschränkung (mon- oder binokular Visus <0,7) und Teilnahme an der U7a, adjustiert für mögliche Confounder, bei univariabler und multivariabler Betrachtung.....	67
Tabelle 35	Logistischen Regressionsanalysen zwischen Sehschärfeneinschränkung (binokular Visus <0,7) und Teilnahme an der U7a, adjustiert für mögliche Confounder, bei univariabler und multivariabler Betrachtung.....	67
Tabelle 36	Logistischen Regressionsanalysen zwischen Sehschärfeneinschränkung (monokular Visus <0,7) und Teilnahme an der U7a, adjustiert für mögliche Confounder, bei univariabler und multivariabler Betrachtung.....	68
Tabelle 37	Logistischen Regressionsanalysen zwischen Sehschärfeneinschränkung (Visus <0,7 des rechten Auges) und Teilnahme an der U7a, adjustiert für mögliche Confounder, bei univariabler und multivariabler Betrachtung.....	68
Tabelle 38	Logistischen Regressionsanalysen zwischen Sehschärfeneinschränkung (Visus <0,7 des linken Auges) und Teilnahme an der U7a, adjustiert für mögliche Confounder, bei univariabler und multivariabler Betrachtung.....	69
Tabelle 39	Logistischen Regressionsanalysen zwischen Sehschärfeneinschränkung und Teilnahme an der U8, adjustiert für Alter, Geschlecht, Tragen einer Brille, Sozialstatus und Zuhause gesprochene Sprache „Deutsch“.....	70
Tabelle 40	Logistischen Regressionsanalysen zwischen Sehschärfeneinschränkung und Teilnahme an der U9, adjustiert für Alter, Geschlecht, Tragen einer Brille, Sozialstatus und Zuhause gesprochene Sprache „Deutsch“.....	70

## **1. Einleitung und Ziel der Studie**

Heute noch ist es schwierig bestimmte Krankheiten, die pathophysiologisch verstanden wurden und erfolgreiche Therapieoptionen aufweisen, frühzeitig zu erkennen, insbesondere bei Erkrankungen, bei denen eine spätere Therapie nicht ein entsprechendes Therapieergebnis erzielen kann als bei frühzeitiger Therapie. Ein Beispiel hierfür ist die Früherkennung und Therapie der Amblyopie (Schwachsichtigkeit).

In unseren europäischen Nachbarländern konnte gezeigt werden, dass die Prävalenz von Amblyopie deutlich niedriger ist als bei uns. Daher stellt sich die Frage, ob dort andere Früherkennungsmaßnahmen ergriffen werden und frühzeitig entsprechende Therapien eingeleitet werden konnten. In Deutschland wurde im Jahr 2008 eine neue Früherkennungsuntersuchung (U7a) im Alter von 3 Jahren eingeführt, die unter anderem auch eine Visustestung beinhaltet.

Im Rahmen dieser Dissertation soll betrachtet werden, inwieweit es einen Zusammenhang zwischen der Einführung dieser Früherkennungsuntersuchung U7a und der Prävalenz von reduzierter Sehschärfe bei Kindern gibt. Hierzu wird eine Sekundärdatenanalyse von Daten der Schuleingangsuntersuchung (SEU) aus Rheinland-Pfalz der Jahrgänge 2009/10 – 2014/15 ausgewertet.

## **2. Literaturdiskussion**

### **2.1 Amblyopie**

#### **2.1.1 Definition**

Der Begriff Amblyopie lässt sich vom griechischen ἀμβλύς (stumpf) und ὄψις (Auge) ableiten, was so viel bedeutet wie stumpfes Auge. In der Medizin versteht man darunter „eine Schwachsichtigkeit ohne organischen Fehler oder mit einem, der nicht im Verhältnis zum Grad derselben steht“. (1) Diese Definition wurde schon von Bangerter formuliert und hat heute noch ihre Richtigkeit. Es gibt zwei wesentliche Ursachen, die zu einer Amblyopie führen: Entweder findet eine gestörte Reizung der Netzhaut statt, oder es ist zerebral nicht möglich die Bilder, die auf der Netzhaut entstanden sind, deckungsgleich zu bringen. (2-4)

#### **2.1.2 Symptome**

Leitsymptom ist eine Visusreduktion an einem oder beiden Augen, für die es keine organische Ursache direkt am Auge gibt. Diese verminderte Sehschärfe kann unterschiedlich stark ausgeprägt sein. (3, 5)

#### **2.1.3 Häufigkeiten**

Die häufigste Ursache für eine verminderte Sehschärfe im Kindes- und Jugendalter ist eine Amblyopie.(6, 7). Eine Studie aus dem Jahr 2015 zeigt, dass die Prävalenz der Amblyopie in Deutschland unter Erwachsenen bei 5,6% liegt (4), was im internationalen Vergleich ein hoher Wert ist. Zum Beispiel sind davon nur 1,0% (8) der untersuchten Schulkinder in China und 3,1% (9) der untersuchten Kinder in Polen betroffen. In Australien liegt die Prävalenz bei rund 3% (10, 11) unter Erwachsenen, bei Kindergartenkindern dagegen nur bei etwa 2% (12). In unseren europäischen Nachbarländern liegt die Prävalenz in Schweden bei 1,1% (13), in den Niederlanden bei 1,6% (14) und in Dänemark bei 1,44% (15). Die Prävalenz von Amblyopie variiert sehr stark. Diese starke Variation resultiert unter anderem aus der Verschiedenheit der untersuchten Populationen und den unterschiedlichen Kriterien, die herangezogen

werden bei der Definition einer Amblyopie, beziehungsweise der Bestimmung des Visus. (3)

#### **2.1.4 Amblyopieformen**

Im Wesentlichen wird die Amblyopie in zwei Formen unterteilt: Man unterscheidet hierbei zwischen der Deprivationsamblyopie und der Suppressionsamblyopie. Häufig liegen jedoch Mischformen und Unterformen aus beiden Amblyopien vor. (3, 5, 16)

##### **2.1.4.1 Deprivationsamblyopie**

Bei einer Deprivationsamblyopie liegt eine verminderte oder gänzlich fehlende visuelle Reizung in der visuellen Phase vor, also in der Phase, in der das visuelle System noch nicht ganz ausgereift ist. (17)

In Tierexperimenten wurde gezeigt, dass durch den Verschluss eines Auges die dazugehörigen Zellen im Corpus geniculatum schrumpfen, jedoch ihre Funktion erhalten bleibt. (18, 19) Der Anteil der Zellen vom nicht betroffenen Auge steigt an und es finden sich kaum noch Zellen, die von beiden Augen aus erregbar sind. Diese binokularen Zellen machen bei gesunden Menschen normalerweise einen Anteil von etwa 85% aus. Bei einer beidäugigen Deprivation findet zwar auch eine Veränderung in den Zellen des Corpus geniculatum statt, jedoch ist diese nicht so ausgeprägt wie bei einer einseitigen Deprivation. (20, 21)

Ursachen einer Deprivationsamblyopie können Medientrübungen, eine Verlegung der optischen Achse oder ein Nystagmus sein. Die weitaus häufigste Ursache ist jedoch eine Anisometropie oder eine hohe beidseitige Ametropie. Eine angeborene Ptosis, ein Lidtumor, ein Hämangiom oder eine angeborene organische Störung, welche alle Arten von Trübungen der brechenden Medien wie Hornhaut, Linse oder Glaskörper betreffen kann, können Auslöser dafür sein, dass es zu einer Verlegung der optischen Achse kommt. Eine Katarakt ist bei Kindern häufig angeboren. Selten kann zum Zeitpunkt der Geburt die Linse noch klar sein und erst in den ersten Lebensjahren eintrüben. Sowohl Kinder mit einer kongenitalen Katarakt, oder auch wenn diese erst im Verlauf auftritt, als auch Kinder, die eine Hornhautnarbe durch eine Verletzung erlangt haben, sind besonders gefährdet, an einer Deprivationsamblyopie zu leiden. (3, 22-24)

Durch einen Nystagmus kann eine Nystagmusamblyopie an beiden Augen auftreten, wenn durch die ständigen Bewegungen im Auge keine ruhige Netzhautabbildung entstehen kann. (3, 25)

Eine Refraktionsamblyopie entsteht entweder durch eine Anisometropie, bei der ein sehr unterschiedliches Brechungsverhältnis zwischen dem linken und rechten Auge besteht. Dies ist mit Abstand (49%) die häufigste Ursache einer Amblyopie.(4) In sehr seltenen Fällen liegt auch eine beidseitige Ametropie vor. Hierbei liegt eine hochgradige beidseitige Fehlsichtigkeit vor. (3, 26-28)

#### **2.1.4.2 Suppressionsamblyopie**

In einer Studie konnte festgestellt werden, dass die Prävalenz von Schielen bei unter 18-Jährigen bei 4,1% liegt. (29) Mit 23 % ist das Schielen die zweithäufigste Ursache, die zu einer Amblyopie führt. (4) Physiologisch werden auf korrespondierenden Netzhautstellen gleiche Bilder abgebildet. Ist das nicht der Fall, kann es zur Suppression kommen. Ein Teil der gewonnenen Sinneseindrücke wird also vermieden, beziehungsweise supprimiert. Aufgrund des Schielens werden auf korrespondierenden Netzhautstellen unterschiedliche Bilder abgebildet. Um die dadurch auftretenden Doppelbilder zu vermeiden, wird der Seheindruck aus dem entsprechenden Netzhautareal des schielenden Auges unterdrückt. (2, 3)

## 2.2 Therapieoptionen und Prognosen

Eine Amblyopie kann abhängig von der Ursache und vom Alter des Therapiebeginns behandelt werden. Es besteht die Möglichkeit, dass die Sehschärfe fast vollständig wiederhergestellt werden kann. Die Erfolgsaussichten einer Amblyopiebehandlung sind gerade in den ersten Lebensjahren besonders hoch und fallen mit steigendem Alter bis hin zur Irreparabilität der Schädigung ab. Eine entsprechende Therapie zu einem frühen Zeitpunkt kann den Verlauf der Sehschwäche positiv beeinflussen. Je später der Zeitpunkt der Behandlung ist, desto wahrscheinlicher ist es, dass die Entwicklungsrückstände im zentralen Nervensystem nur noch sehr schwer oder auch überhaupt nicht aufgeholt werden können. (30-32) Wird eine Amblyopie nicht erkannt und deshalb auch nicht behandelt, kann die Sehminderung fortschreiten. Auch im Alter, wenn weitere Beeinträchtigungen und Erkrankungen am Auge dazu kommen, macht es einen Unterschied, ob eine Vorschädigung an einem Auge vorliegt oder nicht. Das relative Risiko bei einer beidseitigen Visusreduzierung liegt bei einer vorliegenden Amblyopie bei 2,6 % (95%-Konfidenzintervall 1,4-4,5). In der Rotterdam-Studie wurden Personen mit und ohne Amblyopie verglichen. (33, 34)

Die frühzeitige Behandlung einer Amblyopie ist sinnvoll und das Ausmaß der Visusreduktion kann hiermit gemindert werden.

Falls erforderlich sollte eine chirurgische Intervention zum Beispiel bei einer Katarakt oder einer Ptosis erfolgen. Diese sollte bei einer einseitigen dichten Katarakt in den ersten Lebenswochen erfolgen. Dabei ist aber mit einem erhöhtem Glaukomrisiko zu rechnen. (35)

Ein Refraktionsfehler sollte mit einer Brille oder gegebenenfalls mit einer Kontaktlinse ausgeglichen werden. Die Okklusion wurde bereits 1927 von Sattler (36) beschrieben und in den aktuellen Publikationen von Leiba et al (37) und Ohlsson et al (38) der Behandlungserfolg bestätigt. Bei der Okklusionstherapie wird das Führungsaug abgedeckt oder durch eine Atropinisierung vernebelt. Dadurch kann das schlechtere Auge trainiert werden. Die Okklusionstherapie kann sowohl eine Volloklusions- oder eine Teilzeitokklusion sein. Die Dosierung kann dabei erfolgsabhängig angepasst werden. (3, 39, 40)

## 2.3 Vorsorgeuntersuchungen

### 2.3.1 Vorsorgeuntersuchungen Allgemein

Morrison hat in seiner Arbeit den Begriff „Screening“ definiert. „Screening für eine Erkrankung ist die Untersuchung asymptomatischer Personen mit dem Ziel, sie in Bezug auf die Zielkrankheit in solche mit hoher und solche mit niedriger Wahrscheinlichkeit, die Krankheit zu haben, einzuteilen. Personen mit hoher Wahrscheinlichkeit werden weiter untersucht, um zu einer endgültigen Diagnose zu gelangen. Als krank diagnostizierte Personen werden anschließend therapiert.“(41) Beim Screening wird unterschieden zwischen der Sensitivität und der Spezifität eines Screeningsverfahrens. Die Sensitivität gibt den Anteil der Erkrankten an, bei denen der Test positiv ist, d.h. die Sensitivität bezieht sich auf die Fähigkeit eines Tests, Patienten mit einer Krankheit korrekt zu identifizieren. Die Spezifität gibt den Anteil der negativ Getesteten unter den nicht Erkrankten an, d.h. die Spezifität bezieht sich auf die Fähigkeit eines Test Patienten ohne eine Krankheit korrekt zu identifizieren. Häufig wird deshalb zunächst ein Verfahren mit einer hohen Sensitivität angewandt und im zweiten Schritt dann ein Verfahren mit einer hohen Spezifität.

Zusätzlich ist wünschenswert einen hohen positiven Vorhersagewert oder auch positive prädiktiver Wert (PPW) zu haben. Dieser zeigt, wie viele der im Screening positiv Getesteten tatsächlich auch daran erkranken. Denn dieser ist nicht nur von der Sensitivität oder Spezifität eines Testes abhängig, sondern auch jeweils von der Prävalenz der Erkrankung abhängig. Je niedriger hier die Prävalenz ist, desto niedriger ist auch der positive Vorhersagewert, d.h. wird ein Screeningverfahren angewandt mit einer niedrigen Prävalenz wird der positive Vorhersagewert sehr niedrig. Ist zum Beispiel die Sensitivität bei 99% und die Spezifität bei 99,5% und die Prävalenz bei 10% liegt ein PPW bei 96,3%.

Ebenso ist der Zeitpunkt des Screenings entscheidend. Denn hierbei spielt die Vorlaufzeit (lead-time) eine wichtige Rolle. Wird dabei eine Erkrankung, bevor es zu den eigentlichen Symptomen kommt, erkannt, jedoch noch keine Therapie eingeleitet werden kann, führt das Screening an dieser Stelle zu keiner Verlängerung der Überlebenszeit. (42)

In der Medizin sind Vorsorgeuntersuchungen ein wichtiger Bestandteil, damit Krankheiten möglichst frühzeitig erkannt werden, um eine frühzeitige Therapie zu

beginnen und Folgeschäden dadurch zu vermindern. Jedoch ist bei Screeningverfahren der Nutzen nicht immer eindeutig belegt und es besteht auch die Gefahr der Übertherapie. Zum Beispiel kann ein zyanotisch angeborener Herzfehler mit einer Sensitivität von 63% (95% KI 39-83) und einer Spezifität von 99,8% (95%-KI 99-100) mit einer falsch positiven Rate von 0,2% (95%-KI 0-1) festgestellt werden. Hierbei wird eine Pulsoximetriemessung bei allen Neugeborenen durchgeführt.(43, 44) Die Früherkennungsuntersuchungen in der Pädiatrie, auch „U-Untersuchungen“ genannt, beginnen direkt nach der Geburt mit der U1. Die Zeitpunkte der folgenden U2 bis U9 (zu Beginn des 6. Lebensjahres) sind genau festgelegt. (45, 46). Die Kosten dieser Kindervorsorgeuntersuchungen werden von den gesetzlichen und privaten Krankenkassen übernommen. Um die Teilnahme daran sicherzustellen, wurde in vielen Bundesländern, so auch in Rheinland-Pfalz, ein verbindliches Einlade- und Meldewesen eingeführt. Im Jahr 2008 wurde die U7a eingeführt, um die Lücke zwischen der U7 (Ende 2. Lebensjahr) und der U8 (Ende 4. Lebensjahr) zu schließen. (47, 48)

### **2.3.2 Augenärztliche Vorsorgeuntersuchung**

In Deutschland gibt es keine verbindliche augenärztliche Vorsorgeuntersuchung im Kindesalter. Stattdessen wird die Untersuchung der Augen im Rahmen der Kindervorsorgeuntersuchungen (U-Untersuchungen) von Kinderärzten durchgeführt. Das Ziel von Vorsorgeuntersuchungen der Augen im Kindesalter sollte sein, therapierbare und therapiebedürftige Augenerkrankungen, insbesondere eine Amblyopie rechtzeitig zu erkennen und zur Behandlung an Augenärzte zu überweisen. Es ist bisher nicht eindeutig belegt, dass eine augenärztliche Vorsorgeuntersuchung im Kindesalter einen Nutzen hat. Das Deutsche Institut für Qualität und Effizienz im Gesundheitswesen hat 2007 berichtet, dass es keine Evidenz gibt, die zeigt, dass ein ophthalmologisches Screening im Vorschulalter einen Vorteil hat. Zusätzlich ist die Anzahl der Studien sehr niedrig sind und sind mangelhaft in der Qualität. (43) In einer britischen Studie konnte gezeigt werden, dass ein Sehscreening im Rahmen eines Vorschul-Screenings, welches nicht verpflichtend gewesen ist, bei Kindern im Alter von 4-5 Jahren dazu beigetragen hat den Anteil der Kinder zu verringern, deren Sehschärfe (Visus <0,67) vermindert war. Die Prävalenz von Amblyopie war bei

Kindern, die ein Vorschul-Screening erhielten, um etwa 45% niedriger als bei den Kindern ohne Vorschul-Screening (1,1% gegenüber 2,0%,  $p=0,05$ ). (49) Je älter das Kind bei dem Test gewesen ist umso wahrscheinlicher ist es auch gewesen, dass der Test bei diesem Kind erfolgreich durchzuführen war. Bei Kindern im Alter von 37-48 Monaten war dies bei 39%, mit 61 bis 72 Monaten lag dies bei 98%. (14, 50, 51)

In anderen Fachdisziplinen, wie zum Beispiel in der Pädaudiologie, konnte die Wirksamkeit eines Screenings und zwar des Hörscreenings im Neugeborenenalter, nachgewiesen werden. Hierbei werden zwei Screeningtests, zum einen otoakustische Emissionen (OAE) und Automatic Auditory Brain Response (A-ABR) verwendet. Dabei werden die Ohren einzeln getestet. Ist eine OAE auffällig, dann wird zunächst eine A-ABR durchgeführt. Erst wenn dieser auch auffällig ist, wird eine Vorstellung bei einem Pädaudiologen empfohlen. Die Sensitivität liegt hier bei über 90 Prozent und die Spezifität bei über 98 Prozent. (95%-Konfidenzintervall 74-98 Prozent). (52)

### 2.3.3 Kindervorsorgeuntersuchungen im Überblick

Die Kindervorsorgeuntersuchungen finden in festgelegten Zeiträumen statt.

Vorsorgeuntersuchung	Zeitraum	Schwerpunkte der Untersuchung und Beratung
U1	direkt nach der Geburt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beurteilung von Vitalität, Reifezeichen und Fehlbildungen</li> <li>- Hör- und Stoffwechselscreening</li> </ul>
U2	3.-10. Lebenstag	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Untersuchung der Organe, des Skelettsystems, der Mundhöhle und der Sinnesorgane</li> <li>- Ernährungsberatung</li> <li>- Rachitisprophylaxe</li> <li>- Aufklärung plötzlicher Kindstod</li> </ul>
U3	4.-5. Lebenswoche	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hüftgelenksuntersuchung</li> <li>- Altersgerechte Entwicklung</li> <li>- Impfberatung</li> </ul>
U4	3.-4. Lebensmonat	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altersgerechte Entwicklung</li> <li>- Erfassung Sehstörungen (Brückner Test, Prüfung der Blickfolge mit einem geräuschlosen Objekt, Inspektion)</li> <li>- Erfassung Hörstörungen</li> <li>- Impfung</li> </ul>
U5	6.-7. Lebensmonat	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altersgerechte Entwicklung</li> <li>- Erfassung Sehstörungen (Brückner Test, Prüfung der Blickfolge mit einem geräuschlosen Objekt, Inspektion)</li> <li>- Erfassung Hörstörungen</li> <li>- Zahnpflege</li> <li>- Impfung</li> </ul>

U6	10.-12. Lebensmonat	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sprachentwicklung</li> <li>- Kontrolle der Beweglichkeit</li> <li>- Körperbeherrschung und Geschicklichkeit</li> <li>- orientierend Sehvermögen (Brückner Test, Prüfung der Blickfolge mit einem geräuschlosen Objekt, Inspektion, Pupillenstatus)</li> <li>- orientierend Hörvermögen</li> <li>- Zahnpflege</li> <li>- Impfung</li> </ul>
U7	21.-24. Lebensmonat	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altersgerechte Entwicklung</li> <li>- orientierend Sehvermögen (Brückner Test, Inspektion, Pupillenstatus)</li> <li>- orientierend Hörvermögen</li> <li>- orientierend Seh- und Hörvermögen</li> <li>- Sprachentwicklung</li> <li>- Körperbeherrschung und Geschicklichkeit</li> <li>- Impfung</li> </ul>
U7a	34.-36. Lebensmonat	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altersgerechte Entwicklung</li> <li>- Sehvermögen (Hornhautreflexbildchen und Stereo-Test, nonverbaler Formenwiedererkennungstest und monokulare Prüfung)</li> <li>- Sprachentwicklung</li> <li>- Verhaltensprobleme</li> <li>- Mund, Zähne, Kiefer</li> <li>- Impfstatus</li> </ul>

U8	46.-48. Lebensmonat	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altersgerechte Entwicklung</li> <li>- Seh- und Hörvermögen</li> <li>- Sehvermögen (Hornhautreflexbildchen und Stereo-Test, nonverbaler Formenwiedererkennungstest und monokulare Prüfung)</li> <li>- Hörvermögen (Hörtest mittels Screeningaudiometrie)</li> <li>- Sprachentwicklung</li> <li>- Verhaltensprobleme</li> <li>- Mund, Zähne, Kiefer</li> <li>- Impfstatus</li> </ul>
U9	60.-64. Lebensmonat	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altersgerechte Entwicklung</li> <li>- Sehvermögen (Hornhautreflexbildchen und Stereo-Test, nonverbaler Formenwiedererkennungstest und monokulare Prüfung)</li> <li>- Hörvermögen</li> <li>- Sprachentwicklung</li> <li>- Körperbeherrschung und Geschicklichkeit</li> <li>- Mund, Zähne, Kiefer</li> <li>- Impfung</li> </ul>

(53)

*Tabelle 1 Übersicht der Vorsorgeuntersuchungen im Kindesalter*

### **2.3.4 Kindervorsorgeuntersuchung U7a**

In der Vorsorgeuntersuchung U7a wird von einem Kinder- und Jugendarzt oder Facharzt für Allgemeinmedizin zwischen dem 34. und dem 36. Lebensmonat sowohl eine aktuelle Anamnese erhoben als auch eine körperliche Untersuchung durchgeführt. Zudem werden die Eltern zu einer gesunden Lebensführung ihres Kindes beraten. Bezüglich der Augen findet zuerst eine Inspektion statt. Hierbei wird auf morphologische Auffälligkeiten und die Kopfhaltung geachtet sowie hinsichtlich eines Nystagmus untersucht. Die Pupillen werden in ihrer Größe und Form beurteilt und die Lichtreaktion beobachtet. Anhand der Hornhautreflexbilder (Hirschbergtest) wird ein Strabismus weitestgehend ausgeschlossen. In der U7a finden überdies folgende Funktionstests statt: Stereosehen soll mit dem Lang-Test, dem Titmus-Test oder dem TNO-Test kontrolliert werden. Um das monokulare Sehvermögen zu überprüfen, stehen nonverbale Formenwiedererkennungstests wie der Sheridan-Gardiner-Test, der Lea-Hyvärinen-Test oder der H-Test nach Hohmann zur Verfügung.(53) Häufig werden auch Sehprobentafeln verwendet. Die Sehtestung wird zum Teil an medizinisches Assistenzpersonal delegiert und deren Durchführung supervidiert.

### **2.3.5 Kindervorsorgeuntersuchung U8**

Die U8 findet im 46. bis zum 48. Lebensmonat statt und wird wie die anderen Kindervorsorgeuntersuchungen von einem Kinder- und Jugendarzt oder Facharzt für Allgemeinmedizin durchgeführt. Sie unterscheidet sich nicht wesentlich von der U7a. Sowohl die Anamnese, Beratung als auch die Untersuchungen haben ähnliche Schwerpunkte. Bei dieser Vorsorgeuntersuchung kommt im Vergleich zur U7a ein Hörtest mittels Screeningaudiometrie dazu. Die Tests und Untersuchungen der Augen entsprechen denen der U7a. (53)

### **2.3.6 Kindervorsorgeuntersuchung U9**

Die U9 findet zwischen dem 60. und 64. Lebensmonat statt. Auch diese Kindervorsorgeuntersuchung unterscheidet sich nicht wesentlich von der U7a und der U8. Auch bei der U9 werden die oben beschriebenen Untersuchungen und Tests an den Augen durchgeführt. (53)

## 2.4 Schuleingangsuntersuchung

Die Schuleingangsuntersuchung (SEU) ist für die jährlich ca. 30.000 Schulanfänger in Rheinland-Pfalz verpflichtend. Die Kinder werden von einem Amtsarzt des Kinder- und Jugendärztlichen Dienstes der Gesundheitsämter im Jahr vor der Einschulung untersucht. Dabei werden eine Anamnese erhoben und eine körperliche Untersuchung sowie ein Hör- und Sehtest durchgeführt, um herauszufinden, ob sich das Kind altersgerecht entwickelt und für die Schule geeignet ist oder ob Fördermaßnahmen benötigt werden. Anhand des Kinderuntersuchungsheftes („Gelbes Heft“) wird festgestellt, ob die Kinder an den Vorsorgeuntersuchungen teilgenommen haben. In einer Studie konnte gezeigt werden, dass die Empfehlung, die bei dieser Vorsorgeuntersuchung ausgesprochen wird, einen Augenarzt aufzusuchen, zwar von einem hohem Anteil wahrgenommen wird (Odds Ratio = 7,63; 95%-Konfidenzintervall: 3,69-14,7) jedoch ist gerade der Anteil bei Familien mit Migrationshintergrund und niedrigerem sozioökonomischen Status geringer. (51)

### **3. Material und Methode**

#### **3.1 Datengrundlage**

Diese Sekundärdatenanalyse umfasst eine Querschnittsstudie anhand der Daten der SEU in Rheinland-Pfalz aus den Einschulungsjahrgängen 2009/10 – 2014/15, welche das Ministerium für Soziales, Arbeit, Gesundheit und Demografie des Landes Rheinland-Pfalz in vollanonymisierter Form für wissenschaftliche Analysen zur Verfügung stellt. In 24 Landkreisen und 12 kreisfreien Städten wurde die gesetzlich vorgeschriebene SEU durchgeführt. Die Daten aus der SEU werden vom Landesinformationssystem (LIS) gesammelt. Einer der Landkreise (Altenkirchen) wurde aufgrund einer nicht einheitlichen Dokumentation aus dem Datenpool des LIS ausgeschlossen. Die gesammelten Daten aus der Untersuchung und dem Elternfragebogen wurden berücksichtigt, welche dann für diese Studie herangezogen werden. Die Daten zur Beurteilung des Visus wurden direkt bei der SEU anhand eines Sehtestes erfasst. Die Angaben zu dem Geschlecht, dem Alter des Kindes, dem Tragen einer Brille, der zuhause gesprochenen Sprache, einem Augenarztbesuch in den zurückliegenden 12 Monaten und dem höchsten Schulabschluss beider Eltern wurden einem Eltern-Fragebogen entnommen. Die Teilnahme an den Vorsorgeuntersuchungen wird anhand des vorliegenden „gelben Heftes“ überprüft.

### 3.1.1 Sehtest Schuleingangsuntersuchung

Bei der SEU wird der Visus für jedes Auge getrennt bestimmt und es werden das Stereosehen und das Farbsehen überprüft.

Mit einem Rodenstock Sehtestgerät (E-Haken) wird monokular rechts und links der Fernvisus mit und ohne Vorschaltlinse (+1,5dpt) bestimmt.

Die Erfassung „Sehschwäche ja“ erfolgt:

- „wenn der Fernvisus auf einem oder auf beiden Augen weniger als 0,7 beträgt
- wenn unabhängig vom Fernvisus in der Ferne mit Vorschaltlinse gleich gut oder besser gesehen wird als ohne Vorschaltlinse.“ (54)

Um das Stereosehen zu überprüfen wird der Lang-Stereotest I, II oder DeKA-Stereotest angewendet.

Die Erfassung „Schielen ja/Stereosehen nein“ erfolgt:

- „wenn das Kind bei einer Inspektion einen Schielfehler aufweist oder
- wenn beim Abdecktest eine Einstellbewegung zu sehen ist oder
- wenn das Kind im Langtest nicht alle 3 Figuren benennen kann oder
- wenn das Kind im DeKa-Stereotest nicht alle Figuren benennen kann.“ (54)

### 3.1.2 Definition der Auffälligkeitsmodelle

Es wurden fünf auffällige Augenbefunde definiert. Die Grundlage dieser auffälligen Befunde sind die Werte der beiden Variablen „Sehtest rechts“ und „Sehtest links“ aus der SEU. „Sehtest rechts“ und „Sehtest links“ sind kategorische Variablen, die Werte zwischen 0 und 8 annehmen können.

Für die Auswertungen im Rahmen meiner Analysen werden die 9 Wertekategorien der SEU zuerst in drei Klassen eingeteilt. Die Klassifikation erfolgt wie in Tabelle 2 dargestellt: Befunde der Kategorien SEU 1 und SEU 2 werden als unauffällig/gesund klassifiziert. Befunde der Kategorien SEU 3 und SEU 4 werden als auffällig klassifiziert. Alle anderen Kategorien SEU 0 und SEU 5 – SEU 8 werden als fehlend klassifiziert.

Sehtest rechts/links bei der SEU	Bedeutung	Augenbefund
1	altersentsprechend/unauffällig	unauffällig/gesund
2	altersentsprechend, Beobachtung empfohlen	unauffällig/gesund
3	auffällig, Visus <0,7, bereits in Behandlung oder bereits Fördermaßnahme	auffällig/Visus <0,7
4	auffällig, Visus <0,7, Empfehlung Arzt oder Fördermaßnahme	auffällig/Visus <0,7
5	verweigert	fehlend
6	nicht gewünscht	fehlend
7	nicht durchführbar	fehlend
8	nicht durchgeführt	fehlend
0	andere Besonderheiten	fehlend

Tabelle 2 Codeplan der Sehtestergebnisse

Basierend darauf lassen sich fünf verschiedene Definitionen für einen auffälligen Augenbefund ableiten:

#### Mon- oder binokularer Visus <0,7

Alle Kinder (N = 8.418) mit „mon- oder binokular Visus <0,7“ (Tabelle 3: durchgehende Umrandung; N = 1.800; N = 2.271; N = 4.345), die am rechten oder am linken Auge oder an beiden Augen einen reduzierten Visus <0,7 haben, werden bei dieser Definition als „auffällig“ (Auffälligkeit 1 = 1) kategorisiert. Alle anderen Kinder werden als „unauffällig“ (Auffälligkeit 1 = 0) kategorisiert.

#### Binokularer Visus <0,7

Alle Kinder (N = 4.345) mit „binokular Visus <0,7“ (Tabelle 3: gepunktete Schattierung; N = 4.345), die am linken Auge und am rechten Auge einen reduzierten Visus <0,7 haben, werden bei dieser Definition als „auffällig“ (Auffälligkeit 2 = 1) kategorisiert. Alle anderen Kinder werden als „unauffällig“ (Auffälligkeit 2 = 0) kategorisiert.

### Monokularer Visus <0,7

Alle Kinder (N = 4.071) mit „monokular Visus <0,7“ (Tabelle 3: schräge Schattierung; N = 1.800; N = 2.271), die entweder am linken Auge oder am rechten Auge einen reduzierten Visus <0,7 haben, werden bei dieser Definition als „auffällig“ (Auffälligkeit 3 = 1) kategorisiert. Alle anderen Kinder werden als „unauffällig“ (Auffälligkeit 3 = 0) kategorisiert.

### Visus <0,7 des rechten Auges

Alle Kinder (N = 6.948) mit „monokular rechter Visus <0,7“ (Tabelle 3: Strich-Punkt Umrandung: N = 1.800; N = 4.345; N = 803), die einen reduzierten Visus <0,7 nur am rechten Auge haben, werden bei dieser Definition als „auffällig“ (Auffälligkeit 4 = 1) kategorisiert. Alle anderen Kinder werden als „unauffällig“ (Auffälligkeit 4 = 0) kategorisiert.

### Visus <0,7 des linken Auges

Alle Kinder (N = 7.392) mit „monokular linker Visus <0,7“ (Tabelle 3: Punkt-Punkt Umrandung: N = 2.271; N = 4.345; N 776), die einen reduzierten Visus <0,7 nur am linken Auge haben, werden bei dieser Definition als „auffällig“ (Auffälligkeit 5 = 1) kategorisiert. Alle anderen Kinder werden als „unauffällig“ (Auffälligkeit 5 = 0) kategorisiert.

In der Tabelle 3 sind die Augenbefunde der SEU vom rechten und dem linken Auge gegenübergestellt. Es gibt zum Beispiel 156.391 Kinder, bei denen der Sehtest der SEU sowohl auf dem rechten Auge als auch auf dem linken Auge einen Augenbefund „altersentsprechend/unauffällig“ ergab. Bei 447 Kindern gab es einen Befund, der für das rechte Auge einen „altersentsprechend/unauffällig“ und für das linke Auge einen „auffälligen Befund, Visus <0,7 bereits in Behandlung oder bereits Fördermaßnahme“ ergab. Entsprechend der Klassifizierung aus Tabelle 2 werden im rechten Teil der Tabelle 3 dann die Befunde zusammengefasst dargestellt.

Sehtest SEU rechtes Auge										
	1	2	3	4	5	6	7	8	0	
S e h t e s t  A u g e	1	156.391	159	447	1.348	2	0	42	34	3.349
	2	168	182	1	4	0	0	0	0	29
	3	565	0	980	24	0	0	10	5	241
	4	1.704	2	10	3.331	0	0	2	0	518
	5	3	0	0	0	653	0	0	0	1
	6	0	0	0	0	0	82	1	0	0
	7	50	0	9	0	0	1	1.707	8	10
	8	18	1	1	2	0	0	24	5.495	7
	0	2.913	42	253	538	0	0	6	3	8.328

rechtes Auge		
1 oder 2	3 oder 4	5,6,7,8,0
gesund	auffällig	fehlend
156.900	1.800	3.456
2.271	4.345	776
3.027	803	16.326

l i n k e s	1 oder 2	gesund	156.900	1.800	3.456
	3 oder 4	auffällig	2.271	4.345	776
	5,6,7,8,0	fehlend	3.027	803	16.326

**Tabelle 3** Kreuztabelle der Sehtestergebnisse der SEU nach rechtem und linkem Auge getrennt.

Auffälligkeit 1	mon- oder binokular Visus <0,7	8.146
Auffälligkeit 2	binokular Visus <0,7; beide Augen <0,7	4.345
Auffälligkeit 3	monokular Visus <0,7; entweder li oder re Auge; ein Auge <0,7	4.071
Auffälligkeit 4	Visus rechts <0,7	6.948
Auffälligkeit 5	Visus links <0,7	7.392

**Tabelle 4** Definition möglicher auffälliger Sehtest-Ergebnisse

### 3.1.3 Confounder

Potentielle Confounder wurden mittels eines directed acyclic graph (DAG) im Vorfeld bestimmt. Basierend auf dem Kausaldiagramm wurde in den Regressionsmodellen jeweils für die Teilnahme an den verschiedenen Vorsorgeuntersuchungen, für das Geschlecht, für das Alter (in Monaten), für die höchste Schulbildung der Eltern (Sozialstatus), für die zuhause gesprochene Sprache (Deutsch ja/nein) und für das Tragen einer Brille adjustiert. Bezüglich des Migrationshintergrunds konnte keine Adjustierung vorgenommen werden, da hier für die Angaben zu unvollständig gewesen sind. Ersatzweise wurde hierfür eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt.

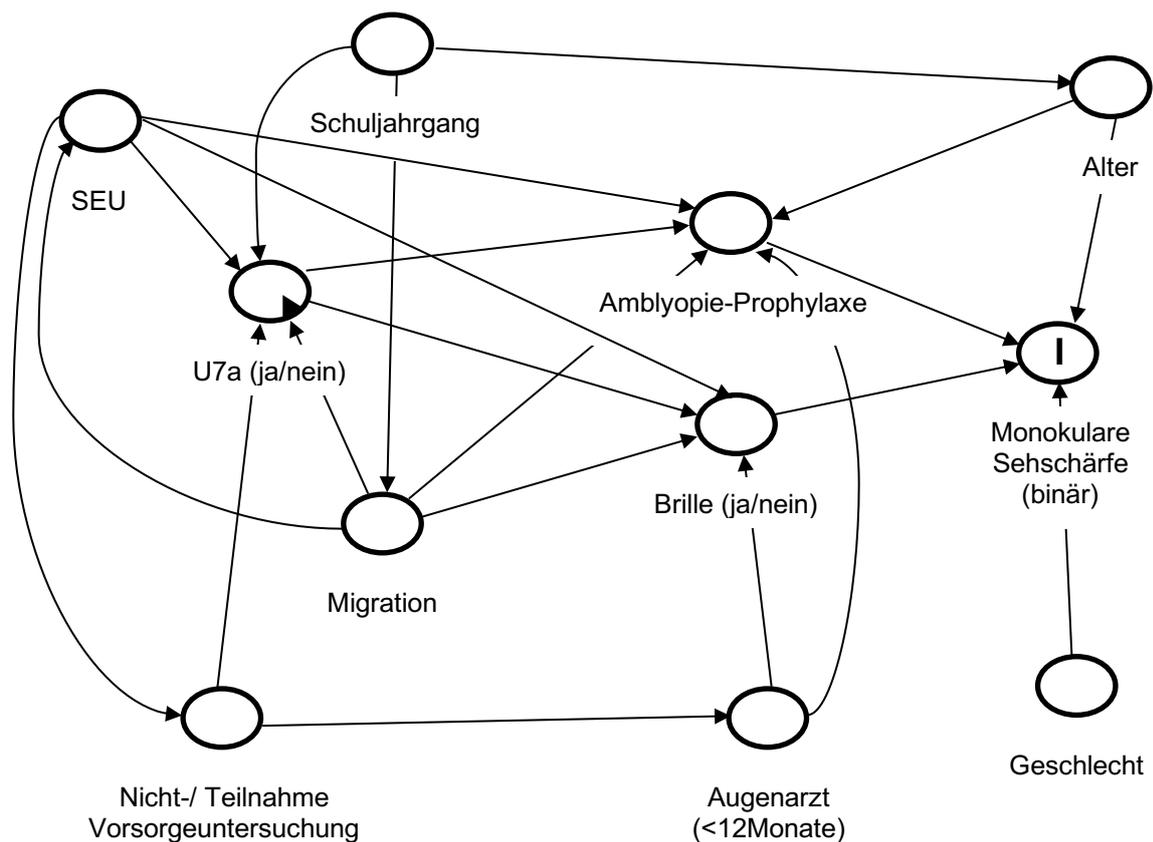


Abbildung 1 Beziehungen der unterschiedlichen Confounder zueinander

Variablenname	Wertelabel	Ausprägungen
<b>Abhängige Variable (separate Modelle)</b>		
Auffälligkeit 1 bei Teilnahme der U7a, U8 oder U9	1 0	ja nein
Auffälligkeit 2 bei Teilnahme der U7a, U8 oder U9		
Auffälligkeit 3 bei Teilnahme der U7a, U8 oder U9		
Auffälligkeit 4 bei Teilnahme der U7a, U8 oder U9		
Auffälligkeit 5 bei Teilnahme der U7a, U8 oder U9		
<b>Unabhängige Variable</b>		
Alter in Monaten		stetig
Geschlecht	1	weiblich
	0	männlich
Brille	1	ja
	0	nein
höchster Bildungsabschluss Mutter oder Vater	1	kein Bildungsabschluss
	2	Hauptschulabschluss
	3	Realschulabschluss
	4	Fachhochschulreife
	5	allgemeine Hochschulreife
Zuhause gesprochene sprache Deutsch	1	ja
	0	nein

Tabelle 5 Variablenübersicht

## 3.2. Statistische Verfahren

Um herauszufinden, ob es einen Zusammenhang zwischen der zusätzlich eingeführten U7a und den Augenbefunden in der SEU gibt, wurden die oben angeführten fünf verschiedenen Auffälligkeiten definiert. In der klinischen Praxis hat jedoch die Auffälligkeit 4 und 5 (Visus <0,7 des rechten Auges und Visus <0,7 des linken Auges) wenig Bedeutung. Anhand dieser Auffälligkeiten wurde der Zusammenhang zwischen der Teilnahme an der Vorsorgeuntersuchung U7a, U8 oder U9 und dem Vorliegen eines Visus <0,7 untersucht. Hierfür wurde mittels multipler logistischer Regressionsanalyse die adjustierte Odds Ratio und deren 95%-Konfidenzintervall berechnet. Alle Analysen wurden mit dem Softwarepaket R (Version 0.99.896) durchgeführt.

### 3.2.1 Theorie des logistischen Regressionsmodells

Das logistische Regressionsmodell ist ein statistisches Verfahren, um den Zusammenhang zwischen einem binären Ausprägungsgrad und mehreren Einflussgrößen zu untersuchen. Die im Rahmen dieser Dissertation untersuchten Ausprägungsgrade lassen sich allgemein durch die beiden Zustände „auffällig“ und „nicht auffällig“ (1, 0 → binär) beschreiben. Einflussfaktoren sind beispielsweise „Alter“ (diskret), Geschlecht (kategorisch) und „Teilnahme an Vorsorgeuntersuchung“ (binär). Der Ausprägungsgrad wird dabei durch die abhängige Variable D repräsentiert. Dabei gilt D=1 für Ausprägungsgrad = „auffällig“ und D=0 für Ausprägungsgrad = „nicht auffällig“. Die Einflussgrößen werden durch die unabhängigen Variablen  $X_i$  [ $i \in (0, \dots, k)$ ] repräsentiert. Zwischen D und den Confoundern wird bei einer logistischen Regression folgender Zusammenhang definiert:

$$\ln \left[ \frac{P(Y)}{1-P(Y)} \right] = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k \quad (1)$$

dabei sind die  $\beta_i$  [ $i \in (0, \dots, k)$ ] zu schätzende Parameter, die letztlich den Zusammenhang zwischen den unabhängigen Variablen  $X_i$  und der transformierten Version der abhängigen Variable D beschreiben (mit Ausnahme der Konstanten  $\beta_0$ ). Um keine verzerrten Parameterschätzungen zu erhalten, ist es wichtig, dass die Beobachtungen der unabhängigen Variablen unabhängig voneinander sind. Weiter

sollten sie eine lineare Beziehung mit dem Odds Ratio (siehe 3.2.4) der abhängigen Variablen haben (siehe Gleichung (1)) und es sollten keine dominanten Ausreiser vorhanden sein. (55, 56).

Formt man Gleichung (1) um, so erhält man:

$$P = P(D = 1|X_1, \dots, X_k) = \frac{\exp(\beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i \cdot X_i)}{1 + \exp(\beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i \cdot X_i)} \quad (2)$$

In Gleichung (2) ist der direkte Zusammenhang zwischen der abhängigen Variable D und den unabhängigen Variablen ersichtlich.

Das Ziel vom logistischem Regressionsmodell ist es, die k+1 unbekannt Parameter  $\beta_i$  zu schätzen. Mit Hilfe einer „Maximum-Likelihood-Schätzung“ wird der Parametersatz berechnet, für den die Wahrscheinlichkeit der beobachteten Daten am größten ist. Die Regressionskoeffizienten geben dabei den Grad der Assoziation zwischen jeder unabhängigen Variable und dem Ausprägungsgrad D an. Der Koeffizient repräsentiert den Änderungsbetrag, den wir in der logit-transformierten Version der abhängigen Variable erwarten würden, wenn sich die unabhängige Variable um eine Einheit ändert.

### 3.2.2 Die logistische Kurve

Der vorhergesagte Wert muss begrenzt werden und die binäre abhängige Variable hat den Wert Null oder Eins. Das logistische Regressionsmodell benutzt die logistische Kurve, um eine Beziehung zwischen der unabhängigen und der abhängigen Variablen herzustellen. Die Wahrscheinlichkeit der unabhängigen Variable nähert sich dabei dem Wert Null, erreicht jedoch niemals den Wert Null. Demnach erhöhen sich die vorhergesagten Werte ebenfalls, wenn sich die unabhängige Variable erhöht, und nähern sich an Eins, erreichen jedoch niemals den Wert Eins.

### 3.2.3 Das Akaike-Information-Criterion

Um die Güte unterschiedlicher Regressionsmodelle miteinander zu vergleichen, wird das Akaike-Information-Criterion (AIC) verwendet. Das AIC eines Modells M ist wie folgt definiert:

$$AIC(M) = -2L_M + 2(k + 1) \quad (3)$$

Wobei  $L_M$  dem Wert der Log-Likelihood-Funktion des Modells entspricht und k gemäß der oben eingeführten Notation die Anzahl der Modellparameter (exklusive Konstante, deshalb k+1) angibt. Durch die Berücksichtigung der Parameteranzahl wird beim AIC, im Gegensatz zum reinen Log-Likelihood Wert, zusätzlich auch noch der potenziell unterschiedlichen Modellkomplexität mehrere zu vergleichender Regressionsmodelle Rechnung getragen. Weil der Log-Likelihood Wert mit negativem Vorzeichen in das AIC einfließt, repräsentiert ein relativ niedrigerer AIC Wert ein relativ besseres Modell. Es gilt allerdings zu beachten, dass das AIC nur im Relativvergleich verschiedener Modelle aussagekräftig ist. Der absolute Wert des AICs ist irrelevant.

### 3.2.4 Das Odds Ratio

Um die geschätzten Parameter zu interpretieren, macht es Sinn auf das „Odds Ratio“ zurückzugreifen. Mit „Odds“ wird das Verhältnis von Eintrittswahrscheinlichkeit zu Nicht-Eintrittswahrscheinlichkeit einer binären Zufallsvariable beschrieben. Ist z.B. die Wahrscheinlichkeit  $P(D=1) = 0,8$ , so gilt:

$$Odds(D = 1) = \frac{P(D=1)}{1-P(D=1)} = \frac{P(D=1)}{P(D=0)} = \frac{0,8}{0,2} = 4 \quad (4)$$

Die Odds entspricht deshalb einer transformierten Version der Wahrscheinlichkeit auf den Bereich zwischen 0 und positiv unendlich. (Die logit Transformation der Odds transformiert diesen Raum dann in den Raum zwischen negativ und positiv unendlich.) Das Odds Ratio zweier Odds ist dann

$$OR(Odd_1, Odd_2) = \frac{Odd_1}{Odd_2} \quad (5)$$

Nimmt eine unabhängige Variable  $X_i$  um eine Einheit zu (während die Werte aller anderen Faktoren konstant bleiben) so wird die Odds(D=1) der abhängigen Variable um einen Faktor  $\exp(\beta_i)$  erhöht. Deshalb entspricht  $\exp(\beta_i)$  dem Odds Ratio (OR):

$$\exp(\beta_i) = \frac{\text{odds}(D = 1|X_i + 1)}{\text{odds}(D = 1|X_i)} \quad (6)$$

Das OR gibt also den relativen Betrag an, um den die Odds der abhängigen Variable zu- oder abnimmt, wenn die entsprechende unabhängige Variable um eine Einheit zunimmt. (57-60)

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Deskriptive Ergebnisdarstellungen

#### 4.1.1 Ein- und Ausschlusskriterien

Von den 6 Jahrgängen aus den Jahren 2009/2010 bis 2014/2015 werden insgesamt 204.123 Datensätzen 189.704 in der Analyse berücksichtigt. 14.419 Datensätze wurden ausgeschlossen, weil kein Vorsorgeheft mit Dokumentation der U-Untersuchungen vorhanden war und / oder die Kinder zum Zeitpunkt der SEU jünger als 5 Jahre oder älter als 7 Jahre gewesen sind. Ersteres ist notwendig, um sicherzustellen, dass die Angaben zu den Vorsorgeuntersuchungen korrekt sind, letzteres, um Verzerrung bezüglich der Fähigkeit der Kinder bei der Mitwirkung im Sehtest zu vermeiden.

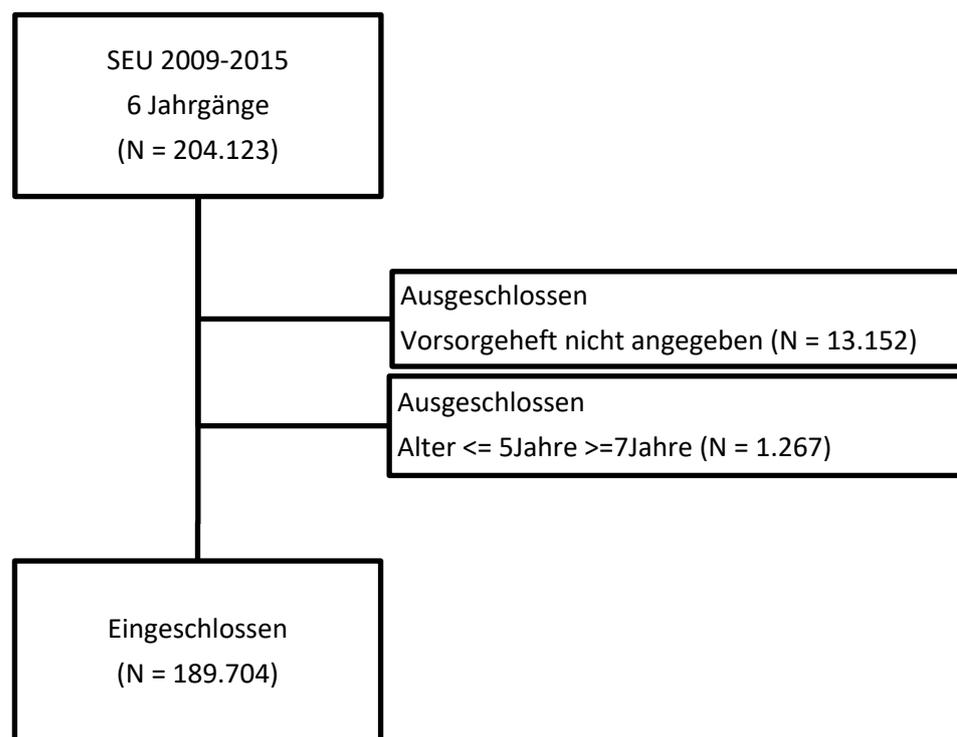


Abbildung 2 Flussdiagramm der ein- und ausgeschlossenen Daten

#### 4.1.2 Teilnehmer der Vorsorgeuntersuchungen

Die U7a wurde erst im Jahr 2008 als Pflichtuntersuchung eingeführt. Daher kommt es, dass in den ersten beiden Jahrgängen 2009/10 und 2010/11 bei keinem Kind die U7a durchgeführt oder dokumentiert wurde. Im Jahrgang 2011/12 hatten 10.204 von 31.644 Kinder bei der U7a teilgenommen, diese Anzahl nahm in den darauffolgenden Jahrgängen stetig zu. Im Jahrgang 2014/2015 hatten 28.463 von 31.062 (91,6%) Kinder an der Vorsorgeuntersuchung U7a teilgenommen. Die Anzahl der U7a-Teilnehmer lag nur noch minimal unter der Teilnehmerzahl der U8 von 30.415 (97,8%), bzw. der Teilnehmerzahl der U9 von 29.699 (95,6%).

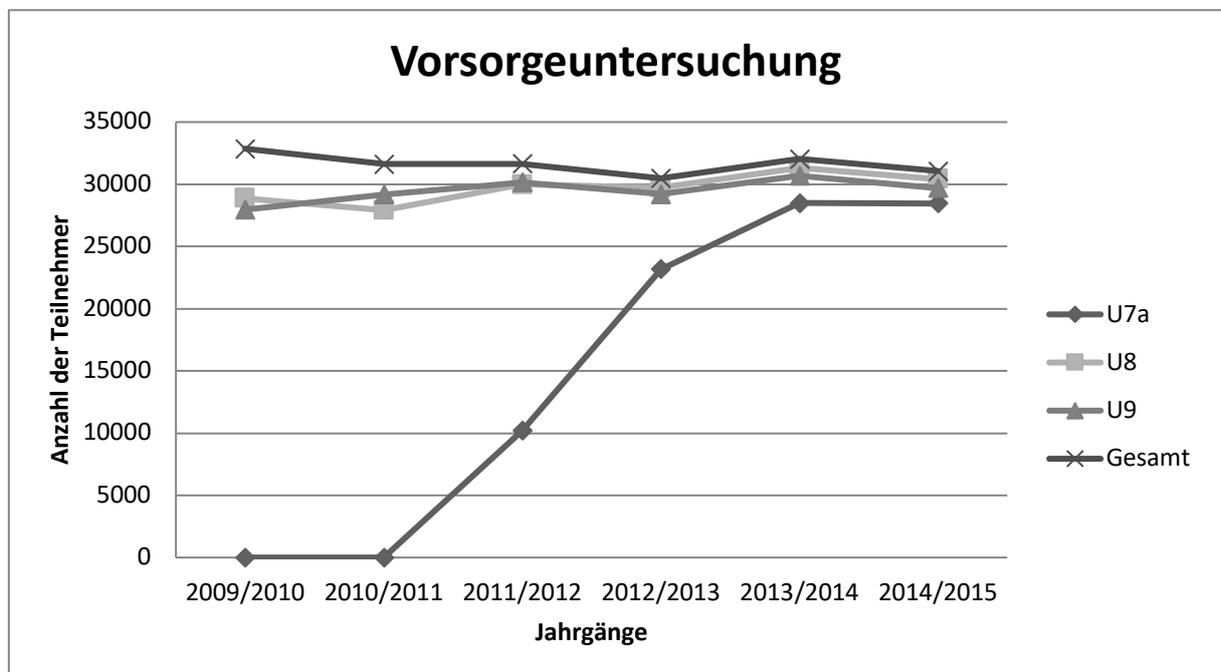


Abbildung 3 Teilnahme an den Vorsorgeuntersuchungen in den einzelnen Jahrgängen

### 4.1.3 Verteilung möglicher Confounder

Die Verteilung zwischen Jungen und Mädchen hat sich über die Jahre konstant gehalten. Der Anteil der Jungen liegt mit 52,0% etwas höher als der Anteil der Mädchen, der folglich bei 48,0% liegt. Bei der SEU lag das mittlere Alter bei 5,8 +/-0,4 Jahren.

Jahrgang	weiblich		männlich		Mittleres Alter (Jahre) bei SEU	Summe
	N	%	N	%		N
2009/2010	15.722	47,85	17.137	52,15	5,8+/- 0,4	32.859
2010/2011	15.044	47,58	16.574	52,42	5,8+/- 0,4	31.618
2011/2012	15.300	48,35	16.344	51,65	5,8+/- 0,4	31.644
2012/2013	14.570	47,80	15.908	52,20	5,8+/- 0,4	30.478
2013/2014	15.410	48,09	16.633	51,91	5,8+/- 0,4	32.043
2014/2015	14.995	48,27	16.067	51,73	5,9+/- 0,4	31.062
Summe	91.041	47,99	98.663	52,01	5,8+/- 0,4	189.704

*Tabelle 6 Verteilung von Alter und Geschlecht in den einzelnen Jahrgängen bei der SEU*

Der Anteil der Brillenträger von 9,7% (N 18.336) ist innerhalb der untersuchten Jahrgänge annähernd konstant geblieben. Auch der Anteil der Kinder, die in den letzten 12 Monaten vor der SEU bei einem Augenarzt vorstellig waren, hat sich kaum verändert. Über die Jahre hinweg lag die Anzahl der Kinder, die von einem Augenarzt untersucht worden waren, zwischen 8.529 und 9.534. Die zuhause gesprochene Sprache ist bei über 90% der Teilnehmer Deutsch gewesen.

Jahrgang	Brillenträger		Augenarztkontakt		Sprache Deutsch		Summe
	N	%	N	%	N	%	N
2009/2010	3.119	9,49	9.534	29,01	29.937	91,11	32.859
2010/2011	3.106	9,82	9.271	29,32	28.444	89,96	31.618
2011/2012	3.165	10,00	9.064	28,64	28.875	91,25	31.644
2012/2013	2.952	9,69	8.592	28,19	27.546	90,38	30.478
2013/2014	3.006	9,38	9.017	28,14	28.465	88,83	32.043
2014/2015	2.988	9,62	9.010	29,01	27.899	89,82	31.062
Summe	18.336	9,67	54.488	28,72	171.166	90,23	189.704

*Tabelle 7 Verteilung von Brillenträger, Augenarztkontakt und Sprache „Deutsch“ in den einzelnen Jahrgängen bei der SEU*

#### **4.1.4 Deskriptive Ergebnisse aller Teilnehmer für eine Seheinschränkung**

Bei 8.416 Kindern, das sind 4,44% von 189.704 Kindern, die in die Studie eingeschlossen wurden, war ein- oder beidseitiger Visus  $<0,7$  gemessen worden. Davon waren 4.239 weiblich, 1.610 Kinder trugen eine Brille, 3.065 Kinder waren durch einen Augenarzt in den letzten 12 Monaten untersucht worden und bei 7.491 Kindern wurde zuhause Deutsch gesprochen. Nicht auffällig waren im Gegenzug 156.900 Kinder. Insgesamt gab es 24.388 Kinder mit fehlenden Angaben, dies sind 12,86% von den 189.704 Kindern: bei diesen konnte der Sehtest entweder nicht durchgeführt werden oder er wurde verweigert oder nicht gewünscht.

Ein beidseitiger Visus  $<0,7$  wurde bei 2,29% (N = 4.345) der Kinder gemessen. Von diesen trugen 824 eine Brille, 1.588 waren in den letzten 12 Monaten vor der SEU von einem Augenarzt untersucht worden. Der Anteil der ausgeschlossenen Kinder, bei denen der Sehtest entweder nicht durchgeführt werden konnte, verweigert wurde oder nicht gewünscht war, liegt hier bei 15%.

Einen monokularen Visus  $<0,7$  hatten 4.071 der untersuchten Kinder. Der Anteil der ausgeschlossenen Kinder, bei denen der Sehtest entweder nicht durchgeführt werden konnte, er verweigert wurde oder nicht gewünscht war, liegt hier bei 15,15%.

Bei der Betrachtung ausschließlich des rechten Auges haben 6.948 Kinder am rechten Auge einen Visus  $<0,7$  unabhängig von der Betrachtung des linken Auges. Der Anteil der ausgeschlossenen Kinder liegt hier bei 10,84%, das heißt der Sehtest konnte entweder nicht durchgeführt werden, wurde verweigert oder war nicht gewünscht.

Bei der Betrachtung ausschließlich des linken Auges haben 7.392 Kinder am linken Auge einen Visus  $<0,7$  unabhängig von der Betrachtung des rechten Auges. Der Anteil der ausgeschlossenen Kinder liegt hier bei 10,62%. Das heißt, der Sehtest konnte entweder nicht durchgeführt werden, wurde verweigert oder war nicht gewünscht.

	Auffälligkeit 1: mon- oder binokular Visus <0,7						Gesamt
	ja		nein		fehlend		
	N	%	N	%	N	%	
Gesamt	8.416	4,44	156.900	82,71	24.388	12,86	189.704
Geschlecht weiblich	4.239	4,66	74.987	82,37	11.815	12,98	91.041
Geschlecht männlich	4.177	4,23	81.913	83,02	12.573	12,74	98.663
Brille ja	1.610	8,78	9.640	52,57	7.086	38,65	18.336
Brille nein	6.806	3,97	147.260	85,94	17.291	10,09	171.357
Augenarzt Kontakt	3.065	5,63	39.818	73,08	11.605	21,30	54.488
kein Augenarzt Kontakt	5.349	3,96	117.063	86,59	12.780	9,45	135.192
Sprache zuhause Deutsch	7.491	4,38	141.890	82,90	21.785	12,73	171.166
Sprache zuhause nicht Deutsch	922	4,98	14.992	80,97	2.601	14,05	18.515

*Tabelle 8 Prävalenz des mon- oder binokularen Visus <0,7 und für mögliche Störgrößen stratifiziert*

	Auffälligkeit 2: binokular Visus <0,7						Gesamt
	ja		nein		fehlend		
	N	%	N	%	N	%	
Gesamt	4.345	2,29	156.900	82,71	28.459	15,00	189.704
Geschlecht weiblich	2.206	2,42	74.987	82,37	13.848	15,21	91.041
Geschlecht männlich	2.139	2,17	81.913	83,02	14.611	14,81	98.663
Brille ja	842	4,59	9.640	52,57	7.854	42,83	18.336
Brille nein	3.503	2,04	147.260	85,94	20.594	12,02	171.357
Augenarzt Kontakt	1.588	2,91	39.818	73,08	13.082	24,01	54.488
kein Augenarzt Kontakt	2.757	2,04	117.063	86,59	15.372	11,37	135.192
Sprache zuhause Deutsch	3.823	2,23	141.890	82,90	25.453	14,87	171.166
Sprache zuhause nicht Deutsch	522	2,82	14.992	80,97	3.001	16,21	18.515

*Tabelle 9 Prävalenz des binokularen Visus <0,7 und für mögliche Störgrößen stratifiziert*

	Auffälligkeit 3: monokular Visus <0,7						Gesamt
	ja		nein		fehlend		
	N	%	N	%	N	%	
Gesamt	4.071	2,15	156.900	82,71	28.733	15,15	189.704
Geschlecht weiblich	2.033	2,23	74.987	82,37	14.021	15,40	91.041
Geschlecht männlich	2.038	2,07	81.913	83,02	14.712	14,91	98.663
Brille ja	768	4,19	9.640	52,57	7.928	43,24	18.336
Brille nein	3.303	1,93	147.260	85,94	20.794	12,13	171.357
Augenarzt Kontakt	1.477	2,71	39.818	73,08	13.193	24,21	54.488
kein Augenarzt Kontakt	2.592	1,92	117.063	86,59	15.537	11,49	135.192
Sprache zuhause Deutsch	3.668	2,14	141.890	82,90	25.608	14,96	171.166
Sprache zuhause nicht Deutsch	400	2,16	14.992	80,97	3.123	16,87	18.515

*Tabelle 10 Prävalenz des monokularen Visus <0,7 und für mögliche Störgrößen stratifiziert*

	Auffälligkeit 4: Visus <0,7 des rechten Auges						Gesamt
	ja		nein		fehlend		
	N	%	N	%	N	%	N
Gesamt	6.948	3,66	162.198	85,50	20.558	10,84	189.704
Geschlecht weiblich	3.510	3,86	77.617	85,25	9.914	10,89	91.041
Geschlecht männlich	3.438	3,48	84.581	85,73	10.644	10,79	98.663
Brille ja	1.383	7,54	10.557	57,58	6.396	34,88	18.336
Brille nein	5.565	3,25	151.641	88,49	14.151	8,26	171.357
Augenarzt Kontakt	2.567	4,71	41.665	76,47	10.256	18,82	54.488
kein Augenarzt Kontakt	4.381	3,24	120.512	89,14	10.299	7,62	135.192
Sprache zuhause Deutsch	6.193	3,62	146.645	85,67	18.328	10,71	171.166
Sprache zuhause nicht Deutsch	755	4,08	15.532	83,89	2.228	12,03	18.515

*Tabelle 11 Prävalenz des Visus <0,7 des rechten Auges und für mögliche Störgrößen stratifiziert*

	Auffälligkeit 5: Visus <0,7 des linken Auges						Gesamt
	ja		nein		fehlend		
	N	%	N	%	N	%	N
Gesamt	7.392	3,90	162.156	85,48	20.156	10,62	189.704
Geschlecht weiblich	3.719	4,08	77.541	85,17	9.781	10,74	91.041
Geschlecht männlich	3.673	3,72	84.615	85,76	10.375	10,52	98.663
Brille ja	1.482	8,08	10.462	57,06	6.392	34,86	18.336
Brille nein	5.910	3,45	151.694	88,53	13.753	8,03	171.357
Augenarzt Kontakt	2.727	5,00	41.650	76,44	10.111	18,56	54.488
kein Augenarzt Kontakt	4.663	3,45	120.487	89,12	10.042	7,43	135.192
Sprache zuhause Deutsch	6.553	3,83	146.656	85,68	17.957	10,49	171.166
Sprache zuhause nicht Deutsch	836	4,52	15.482	83,62	2.197	11,87	18.515

*Tabelle 12 Prävalenz des Visus <0,7 des linken Auges und für mögliche Störgrößen stratifiziert*

#### 4.1.5 Deskriptive Ergebnisse über die Jahre verteilt

Ein ein- oder beidseitiger Visus  $<0,7$  fand sich bei 4,48% der Kinder im Jahrgang 2009/10 (N = 32.859), bei 4,32% der Kinder im Jahrgang 2010/11 (N = 31.618), bei 3,95% der Kinder im Jahrgang 2011/12 (N = 31.644), bei 4,06% der Kinder im Jahrgang 2012/13 (N = 30.478), bei 4,64% der Kinder im Jahrgang 2013/14 (N = 32.043) und bei 5,17 % der Kinder im Jahrgang 2014/15 (N = 31.062).

Ein beidseitiger Visus  $<0,7$  wurde bei 2,42% der Kinder im Jahrgang 2009/10 von insgesamt 32.859 Teilnehmern der SEU, bei 2,26% der Kinder im Jahrgang 2010/11 von insgesamt 31.618 Teilnehmern der SEU, bei 1,95% der Kinder im Jahrgang 2011/12 von insgesamt 31.644 Teilnehmern der SEU, bei 2,08% der Kinder im Jahrgang 2012/13 von insgesamt 30.478 Teilnehmern der SEU, bei 2,43% der Kinder im Jahrgang 2013/14 von insgesamt 32.043 Teilnehmern der SEU und bei 2,61 % der Kinder im Jahrgang 2014/15 von insgesamt 31.062 Teilnehmern der SEU festgestellt.

Ein einseitiger Visus  $<0,7$  wurde bei 2,07% der Kinder im Jahrgang 2009/10 von insgesamt 32.859 Teilnehmer der SEU, bei 2,07% der Kinder im Jahrgang 2010/11 von insgesamt 31.618 Teilnehmern der SEU, bei 2,0% der Kinder im Jahrgang 2011/12 von insgesamt 31.644 Teilnehmern der SEU, bei 1,98% der Kinder im Jahrgang 2012/13 von insgesamt 30.478 Teilnehmern der SEU, bei 2,21% der Kinder im Jahrgang 2013/14 von insgesamt 32.043 Teilnehmern der SEU und bei 2,56 % der Kinder im Jahrgang 2014/15 von insgesamt 31.062 Teilnehmern der SEU festgestellt.

Ein Visus  $<0,7$  nur auf dem rechten Auge wurde bei 3,69% der Kinder im Jahrgang 2009/10 von insgesamt 32.859 Teilnehmer der SEU, bei 3,47% der Kinder im Jahrgang 2010/11 von insgesamt 31.618 Teilnehmern der SEU, bei 3,2% der Kinder im Jahrgang 2011/12 von insgesamt 31.644 Teilnehmern der SEU, bei 3,36% der Kinder im Jahrgang 2012/13 von insgesamt 30.478 Teilnehmern der SEU, bei 3,89% der Kinder im Jahrgang 2013/14 von insgesamt 32.043 Teilnehmern der SEU und bei 4,36 % der Kinder im Jahrgang 2014/15 von insgesamt 31.062 Teilnehmern der SEU festgestellt.

Ein Visus <0,7 nur auf dem linken Auge wurde bei 3,89% der Kinder im Jahrgang 2009/10 von insgesamt 32.859 Teilnehmer der SEU, bei 3,72% der Kinder im Jahrgang 2010/11 von insgesamt 31.618 Teilnehmern der SEU, bei 3,42% der Kinder im Jahrgang 2011/12 von insgesamt 31.644 Teilnehmern der SEU, bei 3,48% der Kinder im Jahrgang 2012/13 von insgesamt 30.478 Teilnehmern der SEU, bei 4,31% der Kinder im Jahrgang 2013/14 von insgesamt 32.043 Teilnehmern der SEU und bei 4,55 % der Kinder im Jahrgang 2014/15 von insgesamt 31.062 Teilnehmern der SEU festgestellt.

Jahrgang	mon- oder binokular Visus <0,7		binokular Visus <0,7		monokular Visus <0,7		Visus <0,7 des rechten Auges		Visus <0,7 des linken Auges		Summe  N
	Auffälligkeit 1		Auffälligkeit 2		Auffälligkeit 3		Auffälligkeit 4		Auffälligkeit 5		
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
2009/2010	1.473	4,48	794	2,42	679	2,07	1.212	3,69	1.279	3,89	32.859
2010/2011	1.366	4,32	713	2,26	653	2,07	1.098	3,47	1.179	3,73	31.618
2011/2012	1.249	3,95	616	1,95	633	2,00	1.013	3,20	1.081	3,42	31.644
2012/2013	1.236	4,06	634	2,08	602	1,98	1.024	3,36	1.061	3,48	30.478
2013/2014	1.486	4,64	778	2,43	708	2,21	1.246	3,89	1.380	4,31	32.043
2014/2015	1.606	5,17	810	2,61	796	2,56	1.355	4,36	1.412	4,55	31.062

*Tabelle 13 Prävalenz der Visuseinschränkung, stratifiziert für die einzelnen Untersuchungsjahrgänge*

Abbildung 4 und 5 zeigt den Anteil an Kindern, die an der U7a teilgenommen hatten, der Anteil von Kindern mit reduziertem Visus bei der SEU, den Anteil der Kinder, die eine Brille tragen, sowie den Anteil der Kinder, die in den letzten 12 Monaten vor der SEU von einem Augenarzt untersucht worden waren, im Verlauf.

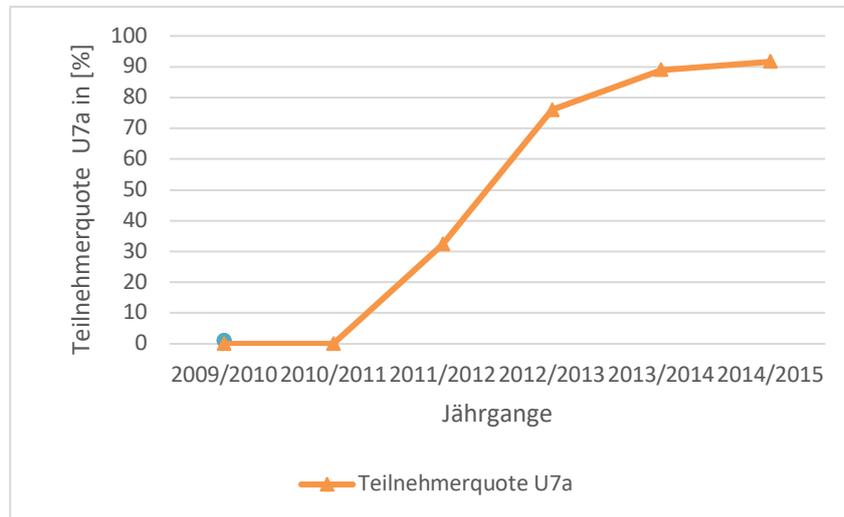


Abbildung 4 Zeitliche Veränderung der Teilnehmerquote bei der U7a

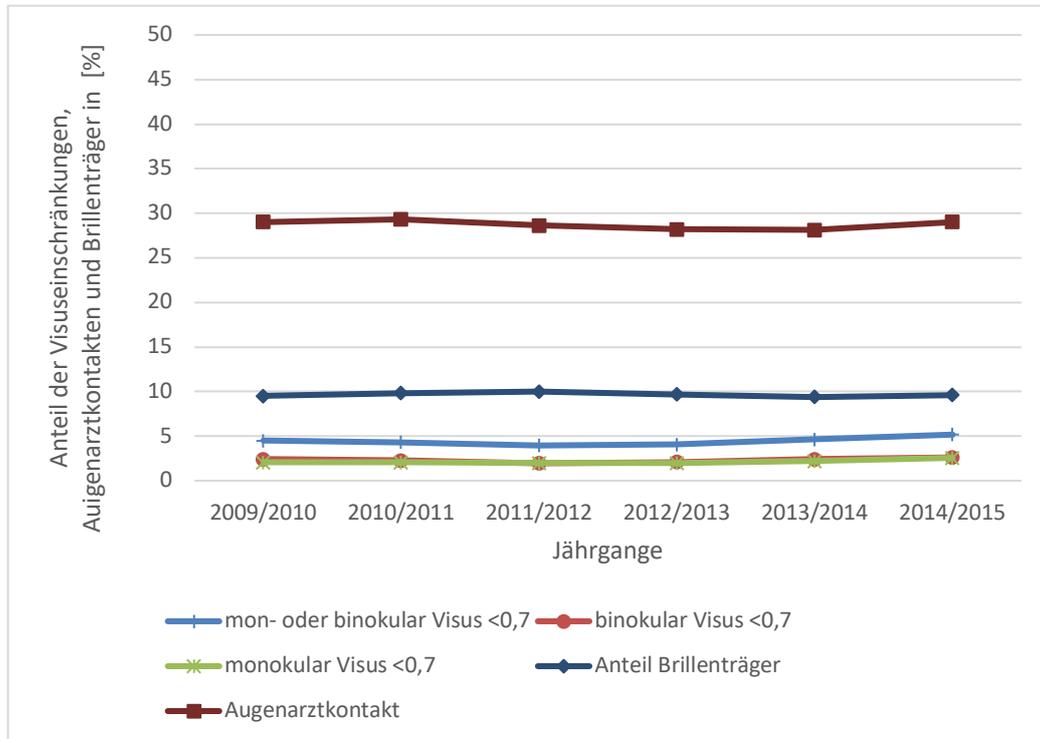


Abbildung 5 Zeitliche Veränderung der Visuseinschränkung, Augenarztkontakten und Brillenträger

## **4.1.6 Deskriptive Ergebnisdarstellung der U7a**

### **4.1.6.1 Mon- oder binokular Visus <0,7**

An der U7a haben insgesamt 90.339 Kinder teilgenommen. Bei 93.646 Kindern ist keine U7a durchgeführt worden. Keine Angaben zur U7a gibt es bei 5.719 Teilnehmern.

Ein ein- oder beidseitiger Visus <0,7 ist unter den U7a Teilnehmern bei 3.940 (4,36%) festgestellt worden. Davon trugen 687 der Kinder eine Brille und 1.441 waren in den letzten 12 Monaten vor der SEU von einem Augenarzt untersucht worden. Der Anteil der Kinder, bei denen zuhause Deutsch gesprochen wird, lag bei 89,2%.

Unter den „Nichtteilnehmern“ ist ein ein- oder beidseitiger Visus <0,7 bei 4.245 (4,53%) festgestellt worden. Davon trugen 860 Kinder eine Brille und 1.559 waren bereits in den letzten 12 Monaten vor der SEU bei einem Augenarzt in Behandlung gewesen. Der Anteil der Kinder, in deren Familie zuhause Deutsch gesprochen wird, lag bei 89,7%. (Tabelle 14)

	Auffälligkeit 1: mon- oder binokular Visus <0,7						Gesamt
	ja		nein		fehlend		
	N	%	N	%	N	%	
U7a ja	3.940	4,36	74.551	82,52	11.848	13,12	90.339
Geschlecht weiblich	1.971	4,53	35.848	82,30	5.738	13,17	43.557
Geschlecht männlich	1.969	4,21	38.703	82,73	6.110	13,06	46.782
Brille ja	687	8,00	4.489	52,26	3.413	39,74	8.589
Brille nein	3.253	3,98	70.062	85,71	8.432	10,31	81.747
Augenarzt Kontakt	1.411	5,38	19.183	73,20	5.613	21,42	26.207
kein Augenarzt Kontakt	2.529	3,94	55.366	86,33	6.235	9,72	64.130
Sprache zuhause Deutsch	3.495	4,28	67.504	82,72	10.602	12,99	81.601
Sprache zuhause nicht Deutsch	445	5,09	7.045	80,64	1.246	14,26	8.736
	ja		nein		fehlend		N
	N	%	N	%	N	%	
U7a nein	4.245	4,53	77.386	82,64	12.015	12,83	93.646
Geschlecht weiblich	2.157	4,82	36.739	82,17	5.814	13,00	44.710
Geschlecht männlich	2.088	4,27	40.647	83,06	6.201	12,67	48.936
Brille ja	860	9,45	4.724	51,93	3.513	38,62	9.097
Brille nein	3.385	4,00	72.662	85,95	8.494	10,05	84.541
Augenarzt Kontakt	1.559	5,87	19.241	72,50	5.738	21,62	26.538
kein Augenarzt Kontakt	2.684	4,00	58.132	86,65	6.274	9,35	67.090
Sprache zuhause Deutsch	3.789	4,50	69.797	82,80	10.706	12,70	84.292
Sprache zuhause nicht Deutsch	453	4,85	7.577	81,15	1.307	14,00	9.337
	ja		nein		fehlend		N
	N	%	N	%	N	%	
U7a fehlend	231	4,04	4.963	86,78	525	9,18	5.719
Geschlecht weiblich	111	4,00	2.400	86,52	263	9,48	2.774
Geschlecht männlich	120	4,07	2.563	87,03	262	8,90	2.945
Brille ja	63	9,69	427	65,69	160	24,62	650
Brille nein	168	3,31	4.536	89,49	365	7,20	5.069
Augenarzt Kontakt	95	5,45	1.394	79,98	254	14,57	1.743
kein Augenarzt Kontakt	136	3,42	3.565	89,75	271	6,82	3.972
Sprache zuhause Deutsch	207	3,93	4.589	87,03	477	9,05	5.273
Sprache zuhause nicht Deutsch	24	5,43	370	83,71	48	10,86	442

*Tabelle 14 Prävalenz des mon- oder binokularen Visus <0,7 stratifiziert für U7a Teilnahme und für mögliche Störgrößen*

#### 4.1.6.2 Binokular Visus <0,7

Ein Visus <0,7 auf beiden Augen ist unter den U7a Teilnehmern bei 1.997 (2,21%) Kindern entdeckt worden. Davon trugen 341 (3,67%) Kinder eine Brille und 712 (2,72%) waren in den letzten 12 Monaten vor der SEU bei einem Augenarzt in Behandlung gewesen. Der Anteil der Kinder, bei denen zuhause Deutsch gesprochen wird, lag bei 88,03%.

Unter den „Nichtteilnehmern“ sind es 2.239 (2,39%), die beidseitig einen Visus <0,7 hatten. Davon trugen 476 Kinder eine Brille und 836 waren in den letzten 12 Monaten vor der SEU bei einem Augenarzt in Behandlung gewesen. Der Anteil der Kinder, bei denen zuhause Deutsch gesprochen wird, lag bei 88,03%.

Bei 109 Kindern, die einen Visus <0,7 auf beiden Augen hatten, war nicht bekannt, ob eine U7a durchgeführt worden war. (Tabelle 15)

	Auffälligkeit 2: binokular Visus <0,7						Gesamt N
	ja		nein		fehlend		
	N	%	N	%	N	%	
<b>U7a ja</b>	1.997	2,21	74.551	82,52	13.791	15,27	90.339
Geschlecht weiblich	1.019	2,34	35.848	82,30	6.690	15,36	43.557
Geschlecht männlich	978	2,09	38.703	82,73	7.101	15,18	46.782
Brille ja	341	3,97	4.489	52,26	3.759	43,77	8.589
Brille nein	1.656	2,03	70.062	85,71	10.029	12,27	81.747
Augenarzt Kontakt	712	2,72	19.183	73,20	6.312	24,09	26.207
kein Augenarzt Kontakt	1.285	2,00	55.366	86,33	7.479	11,66	64.130
Sprache zuhause Deutsch	1.758	2,15	67.504	82,72	12.339	15,12	81.601
Sprache zuhause nicht Deutsch	239	2,74	7.045	80,64	1.452	16,62	8.736
<b>U7a nein</b>	2.239	2,39	77.386	82,64	14.021	14,97	93.646
Geschlecht weiblich	1.135	2,54	36.739	82,17	6.836	15,29	44.710
Geschlecht männlich	1.104	2,26	40.647	83,06	7.185	14,68	48.936
Brille ja	476	5,23	4.724	51,93	3.897	42,84	9.097
Brille nein	1.763	2,09	72.662	85,95	10.116	11,97	84.541
Augenarzt Kontakt	836	3,15	19.241	72,50	6.461	24,35	26.538
kein Augenarzt Kontakt	1.403	2,09	58.132	86,65	7.555	11,26	67.090
Sprache zuhause Deutsch	1.971	2,34	69.797	82,80	12.524	14,86	84.292
Sprache zuhause nicht Deutsch	268	2,87	7.577	81,15	1.492	15,98	9.337
<b>U7a fehlend</b>	109	1,91	4.963	86,78	647	11,31	5.719
Geschlecht weiblich	52	1,87	2.400	86,52	322	11,61	2.774
Geschlecht männlich	57	1,94	2.563	87,03	325	11,04	2.945
Brille ja	25	3,85	427	65,69	198	30,46	650
Brille nein	84	1,66	4.536	89,49	449	8,86	5.069
Augenarzt Kontakt	40	2,29	1.394	79,98	309	17,73	1.743
kein Augenarzt Kontakt	69	1,74	3.565	89,75	338	8,51	3.972
Sprache zuhause Deutsch	94	1,78	4.589	87,03	590	11,19	5.273
Sprache zuhause nicht Deutsch	15	3,39	370	83,71	57	12,90	442

*Tabelle 15 Prävalenz des binokularen Visus <0,7 stratifiziert für U7a Teilnahme und für mögliche Störgrößen*

#### 4.1.6.3 Monokularer Visus <0,7

Einen einseitigen Visus <0,7 ist unter den Teilnehmern der U7a bei 1.943 (2,15%) festgesellt worden. Davon trugen 346 (4,03%) Kinder eine Brille, und 699 (2,67%)

waren in den letzten 12 Monaten vor der SEU bei einem Augenarzt in Behandlung gewesen. Der Anteil der Kinder, bei denen zuhause Deutsch gesprochen wird, lag bei 89,4%.

Unter den „Nichtteilnehmern“ hatten 2.006 (2,14%) Kinder einen Visus <0,7 auf einem Auge. Davon trugen 384 Kinder eine Brille, und 723 waren in den letzten 12 Monaten vor der SEU bei einem Augenarzt vorstellig gewesen. Der Anteil der Kinder, bei denen zuhause Deutsch gesprochen wird, lag bei 89,4 %.

Bei 122 Teilnehmern (2,13%) mit einseitig Visus <0,7 hatten die Angaben zur U7a gefehlt. (Tabelle 16)

	Auffälligkeit 3: monokular Visus <0,7						Gesamt
	ja		nein		fehlend		
	N	%	N	%	N	%	
U7a ja	1.943	2,15	74.551	82,52	13.845	15,33	90.339
Geschlecht weiblich	952	2,19	35.848	82,30	6.757	15,51	43.557
Geschlecht männlich	991	2,12	38.703	82,73	7.088	15,15	46.782
Brille ja	346	4,03	4.489	52,26	3.754	43,71	8.589
Brille nein	1.597	1,95	70.062	85,71	10.088	12,34	81.747
Augenarzt Kontakt	699	2,67	19.183	73,20	6.325	24,13	26.207
kein Augenarzt Kontakt	1.244	1,94	55.366	86,33	7.520	11,73	64.130
Sprache zuhause Deutsch	1.737	2,13	67.504	82,72	12.360	15,15	81.601
Sprache zuhause nicht Deutsch	206	2,36	7.045	80,64	1.485	17,00	8.736
	ja		nein		fehlend		N
	N	%	N	%	N	%	
U7a nein	2.006	2,14	77.386	82,64	14.254	15,22	93.646
Geschlecht weiblich	1.022	2,29	36.739	82,17	6.949	15,54	44.710
Geschlecht männlich	984	2,01	40.647	83,06	7.305	14,93	48.936
Brille ja	384	4,22	4.724	51,93	3.989	43,85	9.097
Brille nein	1.622	1,92	72.662	85,95	10.257	12,13	84.541
Augenarzt Kontakt	723	2,72	19.241	72,50	6.574	24,77	26.538
kein Augenarzt Kontakt	1.281	1,91	58.132	86,65	7.677	11,44	67.090
Sprache zuhause Deutsch	1.818	2,16	69.797	82,80	12.677	15,04	84.292
Sprache zuhause nicht Deutsch	185	1,98	7.577	81,15	1.575	16,87	9.337
	ja		nein		fehlend		N
	N	%	N	%	N	%	
U7a fehlend	122	2,13	4.963	86,78	634	11,09	5.719
Geschlecht weiblich	59	2,13	2.400	86,52	315	11,36	2.774
Geschlecht männlich	63	2,14	2.563	87,03	319	10,83	2.945
Brille ja	38	5,85	427	65,69	185	28,46	650
Brille nein	84	1,66	4.536	89,49	449	8,86	5.069
Augenarzt Kontakt	55	3,16	1.394	79,98	294	16,87	1.743
kein Augenarzt Kontakt	67	1,69	3.565	89,75	340	8,56	3.972
Sprache zuhause Deutsch	113	2,14	4.589	87,03	571	10,83	5.273
Sprache zuhause nicht Deutsch	9	2,04	370	83,71	63	14,25	442

*Tabelle 16 Prävalenz des monkularen Visus <0,7 stratifiziert für U7a Teilnahme und für mögliche Störgrößen*

#### **4.1.6.4 Visus <0,7 des rechten Auges**

Ein Visus <0,7 war bei 3.259 (3,61%) Kindern der U7a Teilnehmer auf dem rechten Auge vorhanden. 577 (6,72%) trugen eine Brille. Bei einem Augenarzt waren in den letzten 12 Monaten vor der SEU 1.187 (4,53%) Kinder gewesen. Die zuhause gesprochene Sprache war bei 88,9% der Kinder (N = 2.897) Deutsch.

Unter den „Nichtteilnehmern“ der U7a hatten 3.501 (3,74%) Kinder einen Visus <0,7 auf dem rechten Auge. Davon trugen 755 Kinder eine Brille. 1.307 Kinder waren in den letzten 12 Monaten vor der SEU bei einem Augenarzt vorstellig gewesen und bei 89,5% der Kinder wurde zuhause Deutsch gesprochen.

Bei 188 (3,29%) Teilnehmern, die auf dem rechten Auge einen Visus <0,7 hatten, fehlten die Angaben zur U7a. (Tabelle 17)

	Auffälligkeit 4: Visus <0,7 des rechten Auges						Gesamt
	ja		nein		fehlend		
	N	%	N	%	N	%	
U7a ja	3.259	3,61	76.997	85,23	10.083	11,16	90.339
Geschlecht weiblich	1.638	3,76	37.052	85,07	4.867	11,17	43.557
Geschlecht männlich	1.621	3,47	39.945	85,39	5.216	11,15	46.782
Brille ja	577	6,72	4.903	57,08	3.109	36,20	8.589
Brille nein	2.682	3,28	72.094	88,19	6.971	8,53	81.747
Augenarzt Kontakt	1.187	4,53	20.016	76,38	5.004	19,09	26.207
kein Augenarzt Kontakt	2.072	3,23	56.979	88,85	5.079	7,92	64.130
Sprache zuhause Deutsch	2.897	3,55	69.712	85,43	8.992	11,02	81.601
Sprache zuhause nicht Deutsch	362	4,14	7.283	83,37	1.091	12,49	8.736
	ja		nein		fehlend		N
	N	%	N	%	N	%	
U7a nein	3.501	3,74	80.094	85,53	10.051	10,73	93.646
Geschlecht weiblich	1.783	3,99	38.086	85,18	4.841	10,83	44.710
Geschlecht männlich	1.718	3,51	42.008	85,84	5.210	10,65	48.936
Brille ja	755	8,30	5.183	56,97	3.159	34,73	9.097
Brille nein	2.746	3,25	74.911	88,61	6.884	8,14	84.541
Augenarzt Kontakt	1.307	4,93	20.189	76,08	5.042	19,00	26.538
kein Augenarzt Kontakt	2.194	3,27	59.890	89,27	5.006	7,46	67.090
Sprache zuhause Deutsch	3.132	3,72	72.211	85,67	8.949	10,62	84.292
Sprache zuhause nicht Deutsch	369	3,95	7.868	84,27	1.100	11,78	9.337
	ja		nein		fehlend		N
	N	%	N	%	N	%	
U7a fehlend	188	3,29	5.107	89,30	424	7,41	5.719
Geschlecht weiblich	89	3,21	2.479	89,37	206	7,43	2.774
Geschlecht männlich	99	3,36	2.628	89,24	218	7,40	2.945
Brille ja	51	7,85	471	72,46	128	19,69	650
Brille nein	137	2,70	4.636	91,46	296	5,84	5.069
Augenarzt Kontakt	73	4,19	1.460	83,76	210	12,05	1.743
kein Augenarzt Kontakt	115	2,90	3.643	91,72	214	5,39	3.972
Sprache zuhause Deutsch	164	3,11	4.722	89,55	387	7,34	5.273
Sprache zuhause nicht Deutsch	24	5,43	381	86,20	37	8,37	442

*Tabelle 17 Prävalenz des Visus rechts <0,7 stratifiziert für U7a Teilnahme und für mögliche Störgrößen*

#### 4.1.6.5 Visus <0,7 des linken Auges

Ein Visus <0,7 war bei 3.499 (3,87%) Kindern der U7a Teilnehmer auf dem linken Auge vorhanden. 627 (7,3%) trugen eine Brille. Bei einem Augenarzt waren in den letzten 12 Monaten vor der SEU 1.257 (4,8%) Kinder gewesen. Die zuhause gesprochene Sprache war bei 88,7% der Kinder (N = 3.103) Deutsch.

Unter den „Nichtteilnehmern“ der U7a hatten 3.686 (3,94%) Kinder einen Visus <0,7 auf dem linken Auge. Davon trugen 794 Kinder eine Brille. 1.382 Kinder waren in den

letzten 12 Monaten vor der SEU bei einem Augenarzt vorstellig gewesen und bei 88,6% (N = 3.267) der Kinder wurde zuhause Deutsch gesprochen.

Bei 207 (3,62%) Teilnehmern, die auf dem linken Auge einen Visus <0,7 hatten, fehlten die Angaben zur U7a. (Tabelle 18)

	Auffälligkeit 5: <0,7 des linken Auges						Gesamt
	ja		nein		fehlend		
	N	%	N	%	N	%	
U7a ja	3.499	3,87	77.066	85,31	9.774	10,82	90.339
Geschlecht weiblich	1.746	4,01	37.074	85,12	4.737	10,88	43.557
Geschlecht männlich	1.753	3,75	39.992	85,49	5.037	10,77	46.782
Brille ja	627	7,30	4.851	56,48	3.111	36,22	8.589
Brille nein	2.872	3,51	72.215	88,34	6.660	8,15	81.747
Augenarzt Kontakt	1.257	4,80	20.039	76,46	4.911	18,74	26.207
kein Augenarzt Kontakt	2.242	3,50	57.025	88,92	4.863	7,58	64.130
Sprache zuhause Deutsch	3.103	3,80	69.779	85,51	8.719	10,68	81.601
Sprache zuhause nicht Deutsch	396	4,53	7.285	83,39	1.055	0,12	8.736
U7a nein	3.686	3,94	79.990	85,42	9.970	10,65	93.646
Geschlecht weiblich	1.869	4,18	38.004	85,00	4.837	10,82	44.710
Geschlecht männlich	1.817	3,71	41.986	85,80	5.133	10,49	48.936
Brille ja	794	8,73	5.148	56,59	3.155	34,68	9.097
Brille nein	2.892	3,42	74.842	88,53	6.807	8,05	84.541
Augenarzt Kontakt	1.382	5,21	20.146	75,91	5.010	18,88	26.538
kein Augenarzt Kontakt	2.302	3,43	59.831	89,18	4.957	7,39	67.090
Sprache zuhause Deutsch	3.267	3,88	72.157	85,60	8.868	10,52	84.292
Sprache zuhause nicht Deutsch	416	4,46	7.821	83,76	1.100	11,78	9.337
U7a fehlend	207	3,62	5.100	89,18	412	7,20	5.719
Geschlecht weiblich	104	3,75	2.463	88,79	207	7,46	2.774
Geschlecht männlich	103	3,50	2.637	89,54	205	6,96	2.945
Brille ja	61	9,38	463	71,23	126	19,38	650
Brille nein	146	2,88	4.637	91,48	286	5,64	5.069
Augenarzt Kontakt	88	5,05	1.465	84,05	190	10,90	1.743
kein Augenarzt Kontakt	119	3,00	3.631	91,41	222	5,59	3.972
Sprache zuhause Deutsch	183	3,47	4.720	89,51	370	7,02	5.273
Sprache zuhause nicht Deutsch	24	5,43	376	85,07	42	9,50	442

*Tabelle 18 Prävalenz des Visus links <0,7 stratifiziert für U7a Teilnahme und für mögliche Störgrößen*

#### **4.1.7 Deskriptive Ergebnisdarstellungen der U8 und U9**

Die deskriptiven Ergebnisse aus der U8 und der U9 für die 5 verschiedenen Gruppen der Auffälligkeiten sind zur Vervollständigung und besseren Übersicht dieser Arbeit in Tabellen im Anhang vorhanden:

- mon- oder binokular Visus  $<0,7$  stratifiziert nach U8-Teilnahme
  - binokular Visus  $<0,7$  stratifiziert nach U8-Teilnahme
  - monokulare Visus  $<0,7$  stratifiziert nach U8-Teilnahme
  - Visus  $<0,7$  des rechten Auges stratifiziert nach U8-Teilnahme
  - Visus  $<0,7$  des linken Auges stratifiziert nach U8-Teilnahme
  - Fehlende U8-Teilnahme
- 
- mon- oder binokular Visus  $<0,7$  stratifiziert nach U9-Teilnahme
  - binokular Visus  $<0,7$  stratifiziert nach U9-Teilnahme
  - monokulare Visus  $<0,7$  stratifiziert nach U9-Teilnahme
  - Visus  $<0,7$  des rechten Auges stratifiziert nach U9-Teilnahme
  - Visus  $<0,7$  des linken Auges stratifiziert nach U9-Teilnahme
  - Fehlende U9-Teilnahme

Es gab sowohl bei der U8 als auch bei der U9 keine fehlenden Daten, hinsichtlich der Teilnahme an der jeweiligen Vorsorgeuntersuchung. Die Ergebnisse aus dem logistischen Regressionsmodell werden im nächsten Kapitel dargestellt und die deskriptiven Ergebnisse aus der U8 und der U9 werden in die Diskussion mit einbezogen.

#### **4.2 Assoziationsanalyse in Bezug auf reduzierte Sehschärfe**

Im Folgenden werden nun die Ergebnisse des logistischen Regressionsmodells jeweils für die verschiedenen Vorsorgeuntersuchungen U7a, U8 und U9 mit der jeweiligen Auffälligkeitsvariable (mon- oder binokularer Visus  $<0,7$ , binokularer Visus  $<0,7$ , monokularer Visus  $<0,7$ , Visus  $<0,7$  des rechten Auges, Visus  $<0,7$  des linken Auges) als abhängige Variable und den jeweils gleichen Confoundern als unabhängige Variable dargestellt.

#### 4.2.1 Logistische Regressionsanalyse in Bezug auf die U7a

Bei den untersuchten Kindern fand sich kein klarer Zusammenhang zwischen der Teilnahme an der U7a und einem mon- oder binokularen Visus <0,7 (Auffälligkeit 1) (adjustiertes OR: 0,99; 95%-KI 0,94 – 1,04; p = 0,674; N = 120.629) oder einem binokularen Visus <0,7 (Auffälligkeit 2) (adjustierte OR: 0,96; 95%-KI: 0,89 -1,03; p = 0,258; N = 117.748). Ebenfalls ergab es keinen Zusammenhang zwischen der U7a und einem monokularen Visus <0,7 (Auffälligkeit 3) (adjustiertes OR: 1,02; 95%-KI: 0,95 - 1,10; p = 0,599; N = 117.591) oder bei Betrachtung eines Visus <0,7 am rechten Auge (Auffälligkeit 4) (adjustiertes OR: 1,00; 95%-KI: 0,95 – 1,06; p = 0,918; N = 123.435) oder <0,7 am linken Auge (Auffälligkeit 5) (adjustiertes OR: 1,01; 95%-KI: 0,95 – 1,06; p = 0,832; N = 123.732).

Das ACI zeigt, dass es am niedrigsten ist, wenn man alle Confounder zusammen betrachtete. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass die Ergebnisse bei der multivariablen Betrachtung am aussagekräftigsten sind. Die vollständige Regression und Aufteilung der univariablen und multivariablen Betrachtung befinden sich im Anhang. (siehe Tabelle 34-38)

U7a		OR	95%-KI	p	N
Auffälligkeit 1	mon- oder binokular Visus <0,7	0,99	0,94 - 1,04	0,674	120.629
Auffälligkeit 2	binokular Visus <0,7	0,96	0,89 - 1,03	0,258	117.748
Auffälligkeit 3	monokular Visus <0,7	1,02	0,95 - 1,10	0,599	117.591
Auffälligkeit 4	Visus <0,7 des rechten Auges	1,00	0,95 - 1,06	0,918	123.435
Auffälligkeit 5	Visus <0,7 des linken Auges	1,01	0,95 - 1,06	0,832	123.732

*Tabelle 19 Zusammenfassung der logistischen Regressionsanalysen zwischen Sehschärfeneinschränkung und Teilnahme an der U7a, adjustiert für Alter, Geschlecht, Tragen einer Brille, Sozialstatus und Zuhause gesprochene Sprache "Deutsch".*

## 4.2.2 Logistische Regressionsanalyse in Bezug auf die U8

Bei den untersuchten Kindern konnte ein klarer Zusammenhang zwischen der Teilnahme an der U8 und den bei der SEU festgestellten Auffälligkeiten bezüglich des Visus festgestellt werden. Die Anzahl der auffälligen Kinder, die an der U8 teilgenommen hatten, sind im Rahmen der Augenuntersuchungen bei der SEU geringer als diejenigen, die nicht daran teilgenommen hatten. Dies zeigt das OR bei einem mon- oder binokularen Visus  $<0,7$  (Auffälligkeit 1) (adjustiertes OR: 0,68; 95%-KI: 0,6 – 0,75;  $p < 0,01$ ;  $N = 124.467$ ) oder einem binokularen Visus  $<0,7$  (Auffälligkeit 2) (adjustiertes OR: 0,63; 95%-KI: 0,55 – 0,72;  $p < 0,01$ ;  $N = 121.496$ ). Genauso gab es einen Zusammenhang zwischen der U8 und einem monokularen Visus  $<0,7$  (Auffälligkeit 3) (adjustiertes OR: 0,73; 95%-KI: 0,63 – 0,85;  $p < 0,01$ ;  $N = 121.356$ ) oder bei einem Vergleich Visus  $<0,7$  am rechten Auge (Auffälligkeit 4) (adjustiertes OR: 0,68; 95%-KI: 0,61 – 0,76;  $p < 0,01$ ;  $N = 127.348$ ) oder nur dem Visus  $<0,7$  des linken Auges (Auffälligkeit 5) (adjustiertes OR: 0,68; 95%-KI: 0,61 – 0,76;  $p < 0,01$ ;  $N = 127.661$ ).

U8		OR	95%-KI	p	N
Auffälligkeit 1	mon- oder binokular Visus $<0,7$	0,68	0,61 - 0,75	$<0,01$	124.467
Auffälligkeit 2	binokular Visus $<0,7$	0,63	0,55 - 0,72	$<0,01$	121.496
Auffälligkeit 3	monokular Visus $<0,7$	0,73	0,63 - 0,85	$<0,01$	121.356
Auffälligkeit 4	Visus $<0,7$ des rechten Auges	0,68	0,61 - 0,76	$<0,01$	127.348
Auffälligkeit 5	Visus $<0,7$ des linken Auges	0,68	0,61 - 0,76	$<0,01$	127.661

*Tabelle 20 Zusammenfassung der logistischen Regressionsanalysen zwischen Sehschärfeneinschränkung und Teilnahme an der U8, adjustiert für Alter, Geschlecht, Tragen einer Brille, Sozialstatus und Zuhause gesprochene Sprache "Deutsch".*

### 4.2.3 Logistische Regressionsanalyse in Bezug auf die U9

Bei den untersuchten Kindern fand sich ebenfalls ein klarer Zusammenhang zwischen der Teilnahme an der U9 und den bei der SEU festgestellten Auffälligkeiten bezüglich des Visus. Die Anzahl der auffälligen Kinder, die an der U9 teilgenommen hatten, sind im Rahmen der Augenuntersuchungen bei der SEU geringer als diejenigen, die nicht daran teilgenommen hatten. Dies zeigt das OR bei einem mon- oder binokularen Visus <0,7 (Auffälligkeit 1) (adjustiertes OR: 0,66; 95%-KI: 0,61 – 0,73; p < 0,01; N = 124.467) oder einem binokularen Visus <0,7 (Auffälligkeit 2) (adjustiertes OR: 0,57; 95%-KI: 0,51 – 0,65; p < 0,01; N = 121.496). Genauso gab es einen Zusammenhang zwischen der U9 und einem monokularen Visus <0,7 (Auffälligkeit 3) (adjustiertes OR: 0,80; 95%-KI: 0,69 - 0,92; p < 0,01; N = 121.356) oder bei einem Vergleich Visus <0,7 mit nur dem rechten Auge (Auffälligkeit 4) (adjustiertes OR: 0,62; 95%-KI: 0,56 – 0,69; p < 0,01; N = 127.348) oder nur dem Visus <0,7 des linken Auge (Auffälligkeit 5) (adjustiertes OR: 0,67; 95%-KI: 0,60 – 0,74; p < 0,01; N = 127.661).

U9		OR	95%-KI	p	N
Auffälligkeit 1	mon- oder binokular Visus <0,7	0,66	0,61 - 0,73	<0,01	124.467
Auffälligkeit 2	binokular Visus <0,7	0,57	0,51 - 0,65	<0,01	121.496
Auffälligkeit 3	monokular Visus <0,7	0,80	0,69 - 0,92	<0,01	121.356
Auffälligkeit 4	Visus <0,7 des rechten Auges	0,62	0,56 - 0,69	<0,01	127.348
Auffälligkeit 5	Visus <0,7 des linken Auges	0,67	0,60 - 0,74	<0,01	127.661

*Tabelle 21 Zusammenfassung der logistischen Regressionsanalysen zwischen Sehschärfeneinschränkung und Teilnahme an der U9, adjustiert für Alter, Geschlecht, Tragen einer Brille, Sozialstatus und Zuhause gesprochene Sprache "Deutsch".*

## 5. Diskussion

Während meiner Tätigkeit an der Dissertation habe ich in einem Arbeitskreis (.....) sowohl an der Datenbereinigung der Sekundärdaten als auch bei Durchführung der Analysen mitgearbeitet, einigen Schuleingangsuntersuchungen vor Ort beigewohnt und die Ergebnisse in der Arbeitsgruppe diskutiert. Ergebnisse, die auf meiner Dissertation beruhen, wurden von diesem Arbeitskreis bereits auf dem DOG Kongress 2016 vorgestellt und in dem Artikel „No Benefit of a Pediatric Screening in Discovering Reduced Visual Acuity in Children: Experiences from a Cross-Sectional Study in Germany“ im Mai 2020 in der englischsprachigen Fachzeitschrift „International Journal of Environmental Research and Public Health“, sowie in der Fachzeitschrift „Der Ophthalmologe“ mit dem Titel „Wie gut sehen unsere ABC-Schützen“ veröffentlicht.

Im Rahmen dieser Dissertation werden in diesem Kapitel die oben vorgestellten Ergebnisse diskutiert. Die durchgeführten Analysen bauen auf den im vorgehenden Abschnitt beschriebenen Vorarbeiten auf.

### 5.1 Allgemein

Erkrankungen oder Veränderungen rechtzeitig zu erkennen ist wichtig, um diese bestmöglich behandeln zu können. Dies ist gerade bei Kindern von großer Bedeutung, da der Körper sich noch in der Entwicklungsphase befindet. Erkrankungen, die frühzeitig erkannt und auch behandelt werden können, führen bei Kindern in ihrem zukünftigen Leben zu weniger Beeinträchtigungen oder Benachteiligungen. Wie es zum Beispiel in der Sprachentwicklung von großer Bedeutung ist, dass das auditive System funktionsfähig ist. Mit dem Hörscreening wird hierbei schon sehr früh erkannt, ob es eine Funktionsstörung in diesem System gibt und eine Therapie möglich ist, um dem auditiven System die Möglichkeit zu geben altersentsprechend auszureifen.

Anhand der altersentsprechenden Entwicklung kann beurteilt werden, ob das Kind gemäß seinem Alter den entsprechenden Meilenstein erreicht. Wenn dies nicht der Fall ist, werden entsprechende Therapien wie Logopädie oder Physiotherapie angewandt. (41, 44)

Genau wie bei den vorangegangenen regelmäßigen Kinder-Vorsorgeuntersuchungen werden die Vorschulkinder im Rahmen der SEU untersucht, um eventuelle Entwicklungsstörungen und Erkrankungen zu erkennen und zu behandeln, die sie in ihrer weiteren Entwicklung behindern können. Dabei ist es von Bedeutung, dass das richtige Maß gefunden wird, zu welchem Zeitpunkt welche Erkrankung zu erkennen ist, um die entsprechenden therapeutischen Konsequenzen ziehen zu können. Hierfür ist es wichtig, dass Vorsorgeuntersuchungen wissenschaftlich evaluiert werden, um deren Erfolg zu prüfen und gegebenenfalls nachzujustieren. Anzustreben ist hierbei eine hohe Sensitivität und Spezifität sowie auch ein hoher positiver Vorhersagewert, damit therapiebedürftige Befunde behandelt werden und es andererseits zu keiner Übertherapie kommt.

Die häufigste Ursache für eine verminderte Sehschärfe bei Kindern ist eine Amblyopie.(7) In den meisten Fällen ist davon nur ein Auge betroffen. Dabei ist die Sehschärfe reduziert, ohne dass hierfür ein organisches Problem die Ursache ist. Amblyopie wird hauptsächlich durch eine Anisometropie verursacht.(23, 24) Hierbei liegt ein unterschiedlicher Brechungsfehler in beiden Augen vor, welcher im Alltag oft nicht erkennbar ist. Erfolgt hierfür keine Therapie im Kindesalter, reift die Wahrnehmung der Seheindrücke von einem der Augen im visuellen Kortex nicht entsprechend aus und wird zusätzlich unterdrückt. Eine Therapie im Erwachsenenalter ist in der Regel nicht erfolgreich, da der visuelle Kortex sich nicht mehr ausreichend entwickeln kann. Wird eine Amblyopie deshalb zu spät erkannt und kann somit auch nicht behandelt werden, führt dies zu einer lebenslangen Einschränkung.

Vorbeugende pädiatrische Augenuntersuchungen zur Erkennung seltener Augenerkrankungen wie Katarakt im Kindesalter oder noch seltener auftretend ein angeborenes Glaukom, die alle im kindlichen Alter diagnostiziert und dann adäquat therapiert werden müssen, sind ebenso für eine optimale Entwicklung des visuellen Kortex und aller davon abhängiger kindlicher Entwicklungen unabdingbar.

## **5.2 Beteiligung an den Vorsorgeuntersuchungen**

Die pädiatrischen Vorsorgeuntersuchungen, die direkt nach der Geburt beginnen und dann in regelmäßigen Abständen stattfinden, sind ein etablierter Baustein in unserer Medizin, um Krankheiten oder Entwicklungsprobleme frühzeitig zu erkennen. Aufgrund

des verbindlichen Einlade- und Meldewesens, das zwischenzeitlich für die in Rheinland-Pfalz verpflichtenden und von den Krankenkassen bezahlten Vorsorgeuntersuchungen eingeführt wurde, ist beim Vergleich der Einschulungsjahrgänge 2009/2010 bis zu 2014/2015 zu erkennen, dass die kinderärztlichen Untersuchungen von einem immer größeren Anteil aller Kinder eines Jahrgangs wahrgenommen werden. Der Prozentsatz der Teilnahme an den Vorsorgeuntersuchungen U8 und U9 liegt zwischen 85% und 98%. Die Teilnahme an der U7a nahm seit dem Jahrgang 2011/2012 von 32 % stetig bis auf 92 % im Jahrgang 2014/2015 zu (Abbildung 3). Dies ist darauf zurückzuführen, dass auch diese Vorsorgeuntersuchung seit dem Jahr 2008 verpflichtend eingeführt wurde und die Kosten von den Krankenkassen übernommen werden. Hiermit konnte eine Lücke geschlossen werden, da der Abstand zwischen der U7 und der U8 im Vergleich zu der Entwicklung, die das Kind in diesem Zeitraum macht, relativ lang gewesen ist. Die Dokumentation dieser Daten ist sehr verlässlich. Dies zeigt, dass bei den Vorsorgeuntersuchungen der U8 und U9, bei denen das Vorsorgeheft vorgelegen hat, eine eindeutige Aussage getroffen werden konnte, ob die Vorsorgeuntersuchungen stattgefunden hatten oder nicht. Diese Vorsorgeuntersuchungen sind wichtig, um rechtzeitig auffällige Entwicklungsverläufe zu erkennen und auch zu intervenieren, wenn es notwendig ist. Dies konnte auch schon in vielen Bereichen wie zum Beispiel mit dem Hörscreening oder auch mit einer Pulsoximetriemessung bestätigt werden. (43, 44) In dem Teilbereich bezüglich der Augenbefunde konnte dies bisher noch nicht ausreichend gezeigt werden.

### **5.3 Auswirkungen der Vorsorgeuntersuchungen auf die Sehschärfe**

Durch die Einführung der U7a konnte der Anteil der schlecht sehenden Kinder bei der SEU nicht reduziert werden. Nach einer Teilnahme an der U7a beträgt das Odds Ratio für einen mon- oder binokularen Visus  $<0,7$  bei der SEU  $OR = 0,99$  und war statistisch nicht von 1 verschieden. Ähnliches ergibt sich bei der Betrachtung von beiden Augen (binokular Visus  $<0,7$ ). Hier beträgt das  $OR = 0,96$ .

Legt man die Untersuchungsergebnisse von nur einem schlecht sehenden Auge, dem rechten oder dem linken, zugrunde, ergibt sich ein Odds Ratio von  $OR = 1,02$ . Werden die Augen getrennt betrachtet und man schaut sich nur das rechte Auge an, ergibt sich ein Odds Ratio von  $OR = 1,00$ . Wird nur das linke Auge angeschaut, ergibt sich ein

Odds Ratio von  $OR = 1,01$ . In allen fünf Ergebnissen zeigte sich, dass das Odds Ratio statistisch nicht von 1 verschieden war.

Dies zeigt, dass die U7a kaum einen Effekt hat hinsichtlich der Sehschärfe, die bei der SEU gemessen wird, d.h. es macht diesbezüglich keinen Unterschied, ob die Kinder bei der U7a teilgenommen haben oder nicht. Dagegen zeigt sich bei der U8 und der U9, dass unter den Teilnehmern an der U8 und der U9 der Anteil schlecht sehender Kinder weniger sind als bei den Nichtteilnehmern. In der Gruppe der mon- oder binokularen schlechten Sehschärfe ist hier das  $OR = 0,68$  (U8) und  $OR = 0,66$  (U9). Dies ist in den anderen Gruppen der Auffälligkeiten nach Teilnahme an der U8 und U9 vergleichbar (siehe Tabelle 19, 20 und 21). Jedoch ist hier zu berücksichtigen, dass die Gruppe der Nichtteilnehmer sich deutlich bei der U8 und U9 zu der Konstellation bei der U7a unterscheiden, da im Gegensatz zur U7a die Vorsorgeuntersuchungen U8 und U9 nicht im Beobachtungszeitraum eingeführt wurden.

Auch das Auftreten einer beidseitigen Sehschärfe  $<0,7$  bei der SEU kann an einem recht hohen Anteil (2,7%) der untersuchten Kinder festgestellt werden. Eine beidseitig verringerte Sehschärfe kann durch eine höhere symmetrische Ametropie bedingt sein, deren Prävalenz bei Vorschulkindern bei ca. 30% liegt (27, 28).

Ein Grund für die mangelnde Wirksamkeit der U7a in Bezug auf die Sehschärfe könnte wegen des jüngeren Alters der Kinder bei der U7a und der dadurch schlechteren Mitarbeit bei der Untersuchung sein. Bei der U7a ist das Kind gerade 3 Jahre alt. Elementar bei der Testung der Sehschärfe ist, dass diese monokular durchgeführt wird. Dazu ist es notwendig, dass dem Kind ein Auge abgedeckt wird. Jedoch fehlt einem dreijährigen Kind mitunter das Verständnis für diese Maßnahme und lässt sich somit nicht ohne weiteres untersuchen. Eine ausreichende Mitarbeit ist bei der Sehschärfebestimmung notwendig, da die erkannten Zeichen entsprechend benannt werden müssen. Hier ist ausreichendes Vertrauen des Kindes notwendig, sodass es sich auch traut zu sagen, dass es etwas nicht sehen kann. Gelingt es dem Arzt/der Ärztin oder dem Arzthelfer/der Arzthelferin also nicht, eine Vertrauensbasis zu schaffen, führt dies möglicherweise dazu, dass der Sehtest nicht monokular bzw. entsprechend adäquat durchgeführt werden kann. In diesem Fall muss der Test zunächst als auffällig eingestuft werden und innerhalb kurzer Zeit wiederholt werden.

Diese Kinder sind im Alltag in der Regel nicht auffällig, weil die schlechte Sehschärfe auf dem einen Auge durch die gesunde Seite ausgeglichen wird.

Die Zusammensetzung der Nichtteilnehmer unterscheiden sich deutlich zwischen der U7a und jeweils der U8a und U9. Die U8 und U9 waren im Gegensatz zu der U7a schon seit Jahrzehnten verpflichtend etabliert. Da die U7a vor dem Jahr 2008 keine fest vorgeschriebene Vorsorgeuntersuchung war, wurde sie jedoch teilweise auch schon als Zusatzleistung angeboten. Der Anteil der Nichtteilnehmer an der U8 oder auch der U9 insbesondere bei sozial schwachen oder auch bei Familien mit Migrationshintergrund ist besonders hoch. In der Analyse wurden diese zwei Merkmale berücksichtigt, jedoch ist unklar, ob sich die Gruppen nicht in weiteren Faktoren systematisch unterscheiden.

Zwischenzeitlich wurden vom Gemeinsamen Bundesausschuss die „Richtlinien zur Früherkennung von Kinderkrankheiten“ aktualisiert. Die Kinder- und Jugendärzte werden nun geschult, um die Augenvorsorgeuntersuchungen bei Kindern zu optimieren. Wichtig hierbei ist, dass die Sehschärfe stets monokular getestet werden muss.

#### **5.4 Brillenträger**

Bei der U7a sollen im Rahmen der Augenuntersuchung insbesondere visuelle Funktionsstörungen festgestellt werden, damit es dann zu einer augenärztlichen Vorstellung kommen kann, um dann die entsprechende Behandlung zu beginnen. Hierbei könnte der Anteil der Kinder, die eine Brille tragen, ein indirekter Hinweis auf diesen Effekt geben. Jedoch ist über den Erhebungszeitraum hinweg der Anteil der untersuchten Kinder, die eine Brille tragen und vor der SEU bei einem Augenarzt vorstellig waren, gleichgeblieben. Hier sind in allen Auffälligkeitsgruppen keine Schwankungen zu erkennen, obwohl der Anteil der Kinder, die die Vorsorgeuntersuchung U7a erhalten haben, über die Jahre stetig zugenommen hat und im Jahrgang 2014/2015 das Niveau der anderen Vorsorgeuntersuchungen erreicht hat.

## 5.5. Vergleichsstudien in Europa

Der Anteil der Kinder, die bei der SEU einen reduzierten Visus haben, ist im Jahrgang 2014/2015 mit 5,17% (siehe Tabelle 13) am höchsten. Der durchschnittliche Wert in den betrachteten 6 Jahrgängen liegt bei 4,4 % (siehe Tabelle 13). Der Vergleich mit anderen europäischen Studien ist wegen unterschiedlicher Untersuchungsmethoden und dem unterschiedlichen Alter der untersuchten Kinder nicht unmittelbar möglich. So werden in den Niederlanden in den ersten zwei Lebensjahren schon fünf Augenuntersuchungen durchgeführt. Vergleicht man dann die Ergebnisse der niederländischen Studie mit 7-jährigen Kindern, bei denen nur 1,6% mit einer Sehschärfe von  $\geq 0,2$  logMAR (entspricht etwa  $\leq 0,63$  Snellen Visus) aufwiesen, dann ist neben der Häufigkeit der vorhergehenden Untersuchungen auch die höhere Bereitschaft der um ca. ein Jahr älteren Kinder, an der Testung der Sehschärfe mitzuwirken, zu berücksichtigen. (14, 50)

In einer britischen Studie konnte gezeigt werden, dass ein orthoptisches Screening, einen Einfluss auf die Amblyopieprävalenz im Alter der Kinder von 7 ½-Jahren zu haben scheint. Wurde ein Sehscreening bei Kindern im Alter zwischen 4 und 5 Jahren durchgeführt, so betrug der Anteil der Vorschulkinder, bei denen eine Sehschärfe  $<0,67$  festgestellt wurde, 1,9%. Fehlte dieses Screening, so ergab sich ein Anteil von 3,4%. (7) Diese Anteile betragen 0,7% , bzw. ohne vorheriges Screening 1,3%, wenn das Sehschärfekriterium  $<0,5$  angelegt wurde. Die Prävalenz der Amblyopie verringerte sich auf 0,6%, wenn die Screenings im Alter von 8, 12, 18, 25, 31 und 37 Monaten durchgeführt wurden. Bei nur einer Untersuchung im Alter von 37 Monaten betrug die Amblyopieprävalenz 1,8%. Ein Vergleich mit den dieser Arbeit zugrundeliegenden Daten für Visus  $<0,7$  ist allerdings wegen des Kriteriums Visus  $<0,5$  in der britischen Studie nicht direkt möglich.

Insgesamt liefern Studien aus anderen europäischen Ländern einen deutlichen Hinweis darauf, dass sich geeignete Früherkennungsuntersuchungen durchaus positiv auf die Entwicklung der Sehschärfe bei Kindern auswirken und die Amblyopieprävalenz bei Kindern im Alter von etwa 7 Jahren niedriger zu sein scheint.

## 5.6 Limitation der Studie

Eine Einschränkung dieser Studie ist, dass bei der vorliegenden Beobachtungsstudie keine randomisierte Kontrollgruppe vorliegt. Obwohl durch die während des Beobachtungszeitraums zusätzlich eingeführte U7a eine Aufteilung in davor und danach vorhanden ist, muss berücksichtigt werden, dass die U7a Vorsorgeuntersuchung zum einen bereits seit längerem auf freiwilliger Basis möglich war und zum anderen, nach der Kostenübernahme durch die Krankenkassen in das Vorsorgeprogramm, die Teilnehmerquote an der U7a im Laufe der Jahre anstieg.

Überdies liegt auch eine der größten Schwachpunkte in der systematischen Diskrepanz innerhalb der Zusammensetzung der Gruppe der Nichtteilnehmer und Teilnehmer zwischen den verschiedenen U-Untersuchungen. Wenn man die Nichtteilnehmer der U7a im Vergleich zur U8 oder auch der U9 betrachtet, muss berücksichtigt werden, dass die Zusammensetzung der Gruppe der Nichtteilnehmer bei der U8 und U9 sich von der U7a unterscheidet. Da die Teilnahme an den Vorsorgeuntersuchungen aufgrund des Meldesystems in Rheinland-Pfalz verpflichtend ist, ist davon auszugehen, dass sich unter den Nichtteilnehmern der U8 und U9 überwiegend Kinder befinden, die aus dem Ausland hinzugezogen sind, z.B. Geflüchtete, Asylanten oder soziale Randgruppen. Diese Gruppe dominiert unter den Nichtteilnehmern der U7a wegen der schrittweisen Einführung nicht in entsprechendem Maße.

Aufgrund dessen, dass die Daten retrospektiv betrachtet werden, ist wie bei allen derartigen Studien anzumerken, dass vor der Erhebung der Daten keine im Hinblick auf die Studie klar definierten Vorgaben gemacht werden konnten. So ist zu diskutieren, ob die Bestimmung des Visus in Kategorien  $<0,7$  oder  $0,7$  und besser mittels E-Optotypen mittels Rodenstock-Sehtestgerät (R11 oder R21; Sehzeichen: Testscheibe 120 E-Haken) der Sehschärfenprüfung, wie sie für Gutachten oder in der klinischen Praxis angewandt wird, ausreichend entspricht, um hieraus Schlussfolgerungen für das Vorliegen einer Amblyopie ableiten zu können. Daher sollten dringend weitere Studien mit einer standardisierten klinischen Erhebung der Sehschärfe durchgeführt werden, um unsere Ergebnisse zu bestätigen. Des Weiteren ist die Aussagekraft des Befundes auch von der Mitarbeit des zu untersuchenden Kindes abhängig, wie auch von der Erklärung und einfühlsamen Motivation des untersuchenden Arzt/Ärztin.

Zudem liegt in den vom Gesundheitsamt zur Verfügung gestellten Daten nicht zugrunde, wann der letzte Augenarztkontakt war, ob dort Therapien empfohlen wurden und wenn ja, welche. Diese Daten konnte daher in der Analyse nicht berücksichtigt werden.

## 6. Zusammenfassung

Anhand der ausgewerteten Daten kann nicht gezeigt werden, dass die zusätzlich eingeführte Vorsorgeuntersuchung U7a zu einer Abnahme der schlecht sehenden Kinder bei der SEU führt. Die U7a hat keinen Effekt gezeigt hinsichtlich der Sehschärfe, die bei der SEU gemessen wird (mon- oder binokularen Visus  $<0,7$  bei der SEU: OR = 0,99 für U7a-Teilnahme). Dagegen zeigt sich bei der U8 und der U9, dass unter den Teilnehmern an der U8 und der U9 weniger schlecht sehende Kinder sind als bei den Nichtteilnehmern (mon- oder binokularen Visus  $<0,7$  bei der SEU OR = 0,68 für U8-Teilnahme und OR = 0,66 für U9-Teilnahme).

Der Anteil der Kinder mit einer Sehschärfe  $<0,7$  war im europäischen Vergleich weiterhin hoch. Beobachtungsstudien wie diese unterliegen jedoch auch mehreren Verzerrungsquellen, insbesondere dem Fehlen geeigneter Kontrollgruppen oder der Vernachlässigung wichtiger Prädiktorvariablen. Der gewählte Beobachtungszeitraum ist allerdings eine Stärke der vorliegenden Studie, da wiederholte Datenerhebungen sowohl vor als auch nach der von „außen kontrollierten“ Einführung der U7a erfolgt sind. Ebenso kann als besondere Stärke erwähnt werden, dass aufgrund der verpflichtenden SEU in Rheinland-Pfalz bei der vorliegenden Studie nahezu alle Kindern des jeweiligen Jahrgangs erfasst wurde, welche in Rheinland-Pfalz für die Einschulung vorgesehen waren.

Das Ergebnis meiner Arbeit zeigt einen weiteren Bedarf an Verbesserungen der Vorsorgeuntersuchungen, da der Anteil der Kinder mit einer Sehschärfe  $<0,7$  im europäischen Vergleich deutlich höher zu liegen scheint. Bisher scheint die zusätzlich eingeführte U7a noch nicht den gewünschten Effekt erzielt zu haben.

Aufgrund des unterschiedlichen Alters und der unterschiedlichen Methoden ist der Vergleich mit ähnlichen Studien aus anderen europäischen Ländern schwierig. Es wird sich erst in der Zukunft und in weiteren Studien zeigen, ob die verbesserten Richtlinien dazu beigetragen haben, dass die Anzahl der Kinder mit einer verminderten Sehschärfe verringert werden konnte.

## 10. Literatur

1. Bangerter A. Amblyopiebehandlung Basel: Krager. 1953.
2. Grehn F. Augenheilkunde: Springer Medizin Verlag Heidelberg; 2008. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-75275-2>.
3. Kaufmann H, Steffen H. Strabismus: Georg Thieme Verlag Stuttgart 2004.
4. Elflein HM, Fresenius S, Lamparter J, Pitz S, Pfeiffer N, Binder H, et al. The prevalence of amblyopia in Germany: data from the prospective, population-based Gutenberg Health Study. *Deutsches Arzteblatt international*. 2015;112(19):338-44.
5. Augustin AJ. Augenheilkunde. Auflage, editor: Springer Verlag Heidelberg New York; 2001.
6. Robaei DR, K.; Ojaimi, E.; Kifley, A.; Huynh, S.; Mitchell, P. . Visual acuity and the causes of visual loss in a population-based sample of 6-year-old Australian children. *Ophthalmology* 2005, 112, 1275–1282.
7. Williams CN, K.; Howard, M.; Harvey, I.; Harrad, R.A.; Sparrow, J.M. Prevalence and risk factors for common vision problems in children: Data from the ALSPAC study. *Br. J. Ophthalmol.* 2008, 92, 959–964.
8. Fu J, Li SM, Li SY, Li JL, Li H, Zhu BD, et al. Prevalence, causes and associations of amblyopia in year 1 students in Central China : The Anyang childhood eye study (ACES). *Graefes archive for clinical and experimental ophthalmology = Albrecht von Graefes Archiv fur klinische und experimentelle Ophthalmologie*. 2014;252(1):137-43.
9. Polling JR, Loudon SE, Klaver CC. Prevalence of amblyopia and refractive errors in an unscreened population of children. *Optometry and vision science : official publication of the American Academy of Optometry*. 2012;89(11):e44-9.

10. Brown SA, Weih LM, Fu CL, Dimitrov P, Taylor HR, McCarty CA. Prevalence of amblyopia and associated refractive errors in an adult population in Victoria, Australia. *Ophthalmic epidemiology*. 2000;7(4):249-58.
11. Attebo K, Mitchell P, Cumming R, Smith W, Jolly N, Sparkes R. Prevalence and causes of amblyopia in an adult population. *Ophthalmology*. 1998;105(1):154-9
12. Pai AS, Rose KA, Leone JF, Sharbini S, Burlutsky G, Varma R, et al. Amblyopia prevalence and risk factors in Australian preschool children. *Ophthalmology*. 2012;119(1):138-44.
13. Ohlsson J, Villarreal G, Sjostrom A et al. (2001) Visual acuity, residual amblyopia and ocular pathology in a screened population of 12–13-year-old children in Sweden. *Acta Ophthalmol Scand* 79:589–595.
14. Friedman, D.S.; Repka, M.X.; Katz, J.; Giordano, L.; Ibironke, J.; Hawes, P.; Burkom, D.; Tielsch, J.M. Prevalence of decreased visual acuity among preschool-aged children in an American urban population: The Baltimore Pediatric Eye Disease Study, methods, and results. *Ophthalmology* 2008, 115, 1786–1795.
15. Hoeg TB, Moldow B, Ellervik C et al. (2015) Danish Rural Eye Study: the association of preschool vision screening with the prevalence of amblyopia. *Acta Ophthalmol* 93:322–329.
16. von Noorden GK. Zur Entstehung der Amblyopie Experimentelle Untersuchungen: J.F. Bergmann-Verlag; 1980.
17. Irvine SR. Amblyopia Ex Anopsia. Observations on Retinal Inhibition, Scotoma, Projection, Light Difference Discrimination and Visual Acuity. *Transactions of the American Ophthalmological Society*. 1948;46:527-75.

18. Boothe RG, Kiorpes L, Hendrickson A. Anisometropic amblyopia in *Macaca nemestrina* monkeys produced by atropinization of one eye during development. *Investigative ophthalmology & visual science*. 1982;22(2):228-33.
19. Ikeda H, Tremain KE. Amblyopia resulting from penalisation: neurophysiological studies of kittens reared with atropinisation of one or both eyes. *The British journal of ophthalmology*. 1978;62(1):21-8.
20. Wiesel TN, Hubel DH. Ordered arrangement of orientation columns in monkeys lacking visual experience. *The Journal of comparative neurology*. 1974;158(3):307-18.
21. von Noorden GK, Crawford MLJ. The lateral geniculate nucleus in human strabismic amblyopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1992; 33:2729.
22. Schulz E, Haase W. Long-term visual results in bilateral congenital cataracts. *Am J Ophthalmol* 1982; 94:691.
23. Haargaard B, Wohlfahrt J, Fledelius HC, et al. Incidence and cumulative risk of childhood cataract in a cohort of 2.6 million Danish children. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2004; 45:1316.
24. Wu, X.; Long, E.; Lin, H.; Liu, Y. Prevalence and epidemiological characteristics of congenital cataract: A systematic review and meta-analysis. *Sci. Rep.* 2016, 6, 28564.
25. Cogan DG. Congenital nystagmus. *Can J Ophthalmol*. 1967;2(1):4-10.
26. Howland HC, Atkinson J, Braddick O, et al. Infant astigmatism measured by photorefractometry. *Science* 1978; 202: 331.
27. Sandfeld, L.; Weihrauch, H.; Tubaek, G.; Mortzos, P. Ophthalmological data on 4.5- to 7-year-old Danish children. *Acta Ophthalmol*. 2018, 96, 379–383.

28. O'Donoghue, L.; McClelland, J.F.; Logan, N.S.; Rudnicka, A.R.; Owen, C.G.; Saunders, K.J. Refractive error and visual impairment in school children in Northern Ireland. *Br. J. Ophthalmol.* 2010, 94, 1155–1159.
29. Schuster AK, Elflein HM, Pokora R, Urschitz MS. Prevalence and Risk Factors of Myopia in Children and Adolescents in Germany - Results of the KiGGS Survey PMID: 28718190 DOI: 10.1055/s-0043-102938.
30. Kolling G. Über die Amblyopie. *Deutsches Ärzteblatt.* 1993.
31. Zihl J, Mendius K, Schuett S, Priglinger S. *Sehstörungen bei Kindern* Wien: Springer-Verlag; 2012. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-7091-0783-6>.
32. Webber AL, Wood J. Amblyopia: prevalence, natural history, functional effects and treatment. *Clin Exp Optom.* 2005;88:365-75.
33. Tommila VT, A. Incidence of loss of vision in the healthy eye in amblyopia. *British Journal of Ophthalmology*, 65, 575-577. 1981.
34. van Leeuwen R, Eijkemans MJ, Vingerling JR, Hofman A, de Jong PT, Simonsz HJ. Risk of bilateral visual impairment in individuals with amblyopia: the Rotterdam study. *The British journal of ophthalmology.* 2007;91(11):1450-1.
35. Khan, A. O., Al-Dahmesh, S., „ Age at the time of cataract surgery and relative risk for aphakic glaucoma in nontraumatic infantile cataract“, *J AAPOS*, 13:166-169 (2009) III.
36. Sattler C H , "Erfahrungen über die Beseitigung der Amblyopie und die Wiederherstellung des binokularen Sehaktes bei Schielenden", *Z. Augenheilk.* 63: 19 (1927) III.
37. Leiba H et al. , "Long-term follow - up of occlusion therapy in amblyopia", *Ophthalmology* 108: 1552 - 1555 (2001) III.

38. Ohlsson J et al, "Long term outcome in amblyopia treatment", Br J Ophthalmol 86: 1148 - 1151 (2002) III.
39. Leitlinie 26 a Amblyopie [Internet]. 2010.
40. Simons K, Preslan M. Natural history of amblyopia untreated owing to lack of compliance. Br J Ophthalmol. 1999;83:582-7.
41. Morrison AS. Screening in chronic disease. Oxford: University Press. 1992.
42. Spix C, Blettner M: Screening—part 19 of a series on evaluation of scientific publications. Dtsch Arztebl Int 2012; 109(21): 385–90. DOI: 10.3238/arztebl.2012.0385.
43. Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen. Früherkennung von Seh-störung bei Kinder bis zur Vollendung des 6. Lebensjahres (Folgeauftrag zu Auftrag S05-02), Rapid Report S14-01; IQWiG: Köln, Germany, 2008.
44. Weber P, Jenni O. Screening in child health: studies of the efficacy and relevance of preventive care practices. Deutsches Arzteblatt international. 2012;109(24):431-5.
45. Krankenkassen BfÄu. Richtlinien über die Früherkennung von Krankheiten bei Kindern bis zur Vollendung des 6. Lebensjahres. 2011.
46. Böhmler D, Tatjes N, Thienel C, Salice-Stephan K. Die Untersuchungen U1 bis U9 2014 [Available from: <http://www.kindergesundheit-info.de/themen/entwicklung/frueherkennung-u1-u9-und-j1/untersuchungen-u1-bis-u9/die-untersuchungen-u1-bis-u9/>].

47. Kahl HJ. U7a Vorsorge im Kindergartenalter: Berufsverband der Kinder- und Jugendärzte e.V.; [Available from: <http://www.kinderaerzte-im-netz.de/vorsorge/kleinkind-u7-bis-u9/u7a-zusaetzliche-vorsorge-im-kindergartenalter/>].
48. Rheinland Pfalz Ministerium für Sozialis A, Gesundheit und Demografie. Kinderschutzgesetz Rheinland-Pfalz. 2007.
49. Williams, C.; Northstone, K.; Harrad, R.A.; Sparrow, J.M.; Harvey, I.; Team, A.S. Amblyopia treatment outcomes after preschool screening v school entry screening: Observational data from a prospective cohort study. *Br. J. Ophthalmol.* 2003, 87, 988–993.
50. Cotter, S.A.; Tarczy-Hornoch, K.; Wang, Y.; Azen, S.P.; Dilauro, A.; Borchert, M.; Varma, R.; Multi-Ethnic Pediatric Eye Disease Study Group. Visual acuity testability in African-American and Hispanic children: The multi-ethnic pediatric eye disease study. *Am. J. Ophthalmol.* 2007, 144, 663–667.
51. Schuster AK, Elflein HM, Diefenbach C, Graf C, König J, Schmidt MF, et al. Recommendation for ophthalmic care in German preschool health examination and its adherence: Results of the prospective cohort study ikidS. *PloS one.* 2018;13(12):e0208164.
52. Gesundheitswesen IfQuWi. Früherkennungsuntersuchung von Hörstörungen bei Neugeborenen. 2007.
53. Gemeinsamer Bundesausschuss. Richtlinie des Gemeinsamen Bundesausschusses über die Früherkennung von Krankheiten bei Kindern. 2015.
54. 2000 AS. Handbuch zur Schul-und Jugend-Ärztlichen Untersuchung 2000.
55. Burns, R. P. and Burns, R. (2008) Cluster Analysis. In: *Business Research Methods and Statistics Using SPSS*, Sage, London, 178-211.

56. Hosmer DWL, S. A goodness-of-fit test for the multiple logistic regression model. *Communications in Statistics*; A10. 1980.
57. Boateng, E.Y. and Abaye, D.A. (2019) A Review of the Logistic Regression Model with Emphasis on Medical Research. *Journal of Data Analysis and Information Processing*, 7, 190-207. <https://doi.org/10.4236/jdaip.2019.74012>.
58. Stoltzfus JC. Logistic regression: a brief primer. *Acad Emerg Med*. 2011;18(10):1099-104.
59. Fromm S. Binäre logistische Regressionsanalyse. Eine Einführung für Sozialwissenschaftler mit SPSS für Windows. *Bamberger Beiträge zur empirischen Sozialforschung*.
60. Burnham, K.P., & Anderson, D.R. (2004). Multimodel Inference. Understanding AIC and BIC in Model Selection. *Sociological Methods & Research*, 33(2), 261-304.

## 8. Anhang

	Auffälligkeit 1: mon- oder binokular Visus <0,7						Gesamt
	ja		nein		fehlend		
	N	%	N	%	N	%	
U8 ja	7.691	4,32	147.733	82,89	22.801	12,79	178.225
Geschlecht weiblich	3.878	4,54	70.566	82,54	11.051	12,93	85.495
Geschlecht männlich	3.813	4,11	77.167	83,22	11.750	12,67	92.730
Brille ja	1.532	8,73	9.270	52,80	6.755	38,47	17.557
Brille nein	6.159	3,83	138.463	86,19	16.035	9,98	160.657
Augenarzt Kontakt	2.911	5,54	38.535	73,32	11.108	21,14	52.554
kein Augenarzt Kontakt	4.778	3,80	109.182	86,89	11.690	9,30	125.650
Sprache zuhause Deutsch	6.883	4,26	134.197	83,05	20.506	12,69	161.586
Sprache zuhause nicht Deutsch	806	4,85	13.520	81,35	2.293	13,80	16.619

	ja		nein		fehlend		N
	N	%	N	%	N	%	
	U8 nein	725	6,32	9.167	79,86	1.587	
Geschlecht weiblich	361	6,51	4.421	79,72	764	13,78	5.546
Geschlecht männlich	364	6,14	4.746	79,99	823	13,87	5.933
Brille ja	78	10,01	370	47,50	331	42,49	779
Brille nein	647	6,05	8.797	82,21	1.256	11,74	10.700
Augenarzt Kontakt	154	7,96	1.283	66,34	497	25,70	1.934
kein Augenarzt Kontakt	571	5,98	7.881	82,59	1.090	11,42	9.542
Sprache zuhause Deutsch	608	6,35	7.693	80,30	1.279	13,35	9.580
Sprache zuhause nicht Deutsch	116	6,12	1.472	77,64	308	16,24	1.896

Tabelle 22 Prävalenz des mon- oder binokularen Visus <0,7 stratifiziert für U8 Teilnahme und für mögliche Störgrößen

	Auffälligkeit 2: binokular Visus <0,7						Gesamt
	ja		nein		fehlend		
	N	%	N	%	N	%	
U8 ja	3.946	2,21	147.733	82,89	26.546	14,89	178.225
Geschlecht weiblich	2.006	2,35	70.566	82,54	12.923	15,12	85.495
Geschlecht männlich	1.940	2,09	77.167	83,22	13.623	14,69	92.730
Brille ja	793	4,52	9.270	52,80	7.494	42,68	17.557
Brille nein	3.153	1,96	138.463	86,19	19.041	11,85	160.657
Augenarzt Kontakt	1.503	2,86	38.535	73,32	12.516	23,82	52.554
kein Augenarzt Kontakt	2.443	1,94	109.182	86,89	14.025	11,16	125.650
Sprache zuhause Deutsch	3.495	2,16	134.197	83,05	23.894	14,79	161.586
Sprache zuhause nicht Deutsch	451	2,71	13.520	81,35	2.648	15,93	16.619

	ja		nein		fehlend		N
	N	%	N	%	N	%	
	U8 nein	399	3,48	9.167	79,86	1.913	
Geschlecht weiblich	200	3,61	4.421	79,72	925	16,68	5.546
Geschlecht männlich	199	3,35	4.746	79,99	988	16,65	5.933
Brille ja	49	6,29	370	47,50	360	46,21	779
Brille nein	350	3,27	8.797	82,21	1.553	14,51	10.700
Augenarzt Kontakt	85	4,40	1.283	66,34	566	29,27	1.934
kein Augenarzt Kontakt	314	3,29	7.881	82,59	1.347	14,12	9.542
Sprache zuhause Deutsch	328	3,42	7.693	80,30	1.559	16,27	9.580
Sprache zuhause nicht Deutsch	71	3,74	1.472	77,64	353	18,62	1.896

Tabelle 23 Prävalenz des binokularen Visus <0,7 stratifiziert für U8 Teilnahme und für mögliche Störgrößen

	Auffälligkeit 3: monokular Visus <0,7						Gesamt
	ja		nein		fehlend		
	N	%	N	%	N	%	
U8 ja	3.745	2,10	147.733	82,89	26.747	15,01	178.225
Geschlecht weiblich	1.872	2,19	70.566	82,54	13.057	15,27	85.495
Geschlecht männlich	1.873	2,02	77.167	83,22	13.690	14,76	92.730
Brille ja	739	4,21	9.270	52,80	7.548	42,99	17.557
Brille nein	3.006	1,87	138.463	86,19	19.188	11,94	160.657
Augenarzt Kontakt	1.408	2,68	38.535	73,32	12.611	24,00	52.554
kein Augenarzt Kontakt	2.335	1,86	109.182	86,89	14.133	11,25	125.650
Sprache zuhause Deutsch	3.388	2,10	134.197	83,05	24.001	14,85	161.586
Sprache zuhause nicht Deutsch	355	2,14	13.520	81,35	2.744	16,51	16.619

	ja		nein		fehlend		N
	N	%	N	%	N	%	
	U8 nein	326	2,84	9.167	79,86	1.986	
Geschlecht weiblich	161	2,90	4.421	79,72	964	17,38	5.546
Geschlecht männlich	165	2,78	4.746	79,99	1.022	17,23	5.933
Brille ja	29	3,72	370	47,50	380	48,78	779
Brille nein	297	2,78	8.797	82,21	1.606	15,01	10.700
Augenarzt Kontakt	69	3,57	1.283	66,34	582	30,09	1.934
kein Augenarzt Kontakt	257	2,69	7.881	82,59	1.404	14,71	9.542
Sprache zuhause Deutsch	280	2,92	7.693	80,30	1.607	16,77	9.580
Sprache zuhause nicht Deutsch	45	2,37	1.472	77,64	379	19,99	1.896

*Tabelle 24 Prävalenz des monokularen Visus <0,7 stratifiziert für U8 Teilnahme und für mögliche Störgrößen*

	Auffälligkeit 4: Visus <0,7 des rechten Auges						Gesamt
	ja		nein		fehlend		
	N	%	N	%	N	%	
U8 ja	6.362	3,57	152.637	85,64	19.226	10,79	178.225
Geschlecht weiblich	3.209	3,75	73.004	85,39	9.282	10,86	85.495
Geschlecht männlich	3.153	3,40	79.633	85,88	9.944	10,72	92.730
Brille ja	1.312	7,47	10.144	57,78	6.101	34,75	17.557
Brille nein	5.050	3,14	142.493	88,69	13.114	8,16	160.657
Augenarzt Kontakt	2.446	4,65	40.304	76,69	9.804	18,66	52.554
kein Augenarzt Kontakt	3.916	3,12	112.315	89,39	9.419	7,50	125.650
Sprache zuhause Deutsch	5.701	3,53	138.624	85,79	17.261	10,68	161.586
Sprache zuhause nicht Deutsch	661	3,98	13.995	84,21	1.963	11,81	16.619

	ja		nein		fehlend		N
	N	%	N	%	N	%	
	U8 nein	586	5,10	9.561	83,29	1.332	
Geschlecht weiblich	301	5,43	4.613	83,18	632	11,40	5.546
Geschlecht männlich	285	4,80	4.948	83,40	700	11,80	5.933
Brille ja	71	9,11	413	53,02	295	37,87	779
Brille nein	515	4,81	9.148	85,50	1.037	9,69	10.700
Augenarzt Kontakt	121	6,26	1.361	70,37	452	23,37	1.934
kein Augenarzt Kontakt	465	4,87	8.197	85,90	880	9,22	9.542
Sprache zuhause Deutsch	492	0,05	8.021	83,73	1.067	11,14	9.580
Sprache zuhause nicht Deutsch	94	4,96	1.537	81,07	265	13,98	1.896

*Tabelle 25 Prävalenz des Visus <0,7 des rechten Auges stratifiziert für U8 Teilnahme und für mögliche Störgrößen*

	Auffälligkeit 5: Visus <0,7 des linken Auges						Gesamt
	ja		nein		fehlend		
	N	%	N	%	N	%	
U8 ja	6.754	3,79	152.640	85,64	18.831	10,57	178.225
Geschlecht weiblich	3.402	3,98	72.957	85,33	9.136	10,69	85.495
Geschlecht männlich	3.352	3,61	79.683	85,93	9.695	10,46	92.730
Brille ja	1.408	8,02	10.061	57,30	6.088	34,68	17.557
Brille nein	5.346	3,33	142.579	88,75	12.732	7,92	160.657
Augenarzt Kontakt	2.589	4,93	40.290	76,66	9.675	18,41	52.554
kein Augenarzt Kontakt	4.163	3,31	112.334	89,40	9.153	7,28	125.650
Sprache zuhause Deutsch	6.026	3,73	138.657	85,81	16.903	10,46	161.586
Sprache zuhause nicht Deutsch	726	4,37	13.967	84,04	1.926	11,59	16.619

	ja		nein		fehlend		N
	N	%	N	%	N	%	
	U8 nein	638	5,56	9.516	82,90	1.325	
Geschlecht weiblich	317	5,72	4.584	82,65	645	11,63	5.546
Geschlecht männlich	321	5,41	4.932	83,13	680	11,46	5.933
Brille ja	74	9,50	401	51,48	304	39,02	779
Brille nein	564	5,27	9.115	85,19	1.021	9,54	10.700
Augenarzt Kontakt	138	7,14	1.360	70,32	436	22,54	1.934
kein Augenarzt Kontakt	500	5,24	8.153	85,44	889	9,32	9.542
Sprache zuhause Deutsch	527	5,50	7.999	83,50	1.054	11,00	9.580
Sprache zuhause nicht Deutsch	110	5,80	1.515	79,91	271	14,29	1.896

*Tabelle 26 Prävalenz des Visus <0,7 des linken Auges stratifiziert für U8 Teilnahme und für mögliche Störgrößen*

	Auffälligkeit 1-5						Gesamt
	ja		nein		fehlend		
	N	%	N	%	N	%	
U8 fehlend	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0

*Tabelle 27 Fehlend U8-Teilnahme*

	Auffälligkeit 1: mon- oder binokular Visus <0,7						Gesamt
	ja		nein		fehlend		
	N	%	N	%	N	%	
U9 ja	7.614	4,30	146.698	82,93	22.583	12,77	176.895
Geschlecht weiblich	3.835	4,52	70.036	82,62	10.902	12,86	84.773
Geschlecht männlich	3.779	4,10	76.662	83,22	11.681	12,68	92.122
Brille ja	1.514	8,69	9.185	52,71	6.726	38,60	17.425
Brille nein	6.100	3,83	137.513	86,24	15.846	9,94	159.459
Augenarzt Kontakt	2.877	5,52	38.187	73,31	11.027	21,17	52.091
kein Augenarzt Kontakt	4.735	3,79	108.493	86,95	11.554	9,26	124.782
Sprache zuhause Deutsch	6.803	4,25	133.133	83,10	20.279	12,66	160.215
Sprache zuhause nicht Deutsch	808	4,85	13.548	81,33	2.303	13,82	16.659

	ja		nein		fehlend		N
	N	%	N	%	N	%	
	U9 nein	802	6,26	10.202	79,65	1.805	
Geschlecht weiblich	404	6,45	4.951	78,99	913	14,57	6.268
Geschlecht männlich	398	6,08	5.251	80,28	892	13,64	6.541
Brille ja	96	10,54	455	49,95	360	39,52	911
Brille nein	706	5,93	9.747	81,92	1.445	12,14	11.898
Augenarzt Kontakt	188	7,84	1.631	68,04	578	24,11	2.397
kein Augenarzt Kontakt	614	5,90	8.570	82,32	1.226	11,78	10.410
Sprache zuhause Deutsch	688	6,28	8.757	79,97	1.506	13,75	10.951
Sprache zuhause nicht Deutsch	114	6,14	1.444	77,80	298	16,06	1.856

*Tabelle 28 Prävalenz des mon- oder binokularen Visus <0,7 stratifiziert für U9 Teilnahme und für mögliche Störgrößen*

	Auffälligkeit 2: binokular Visus <0,7						Gesamt
	ja		nein		fehlend		
	N	%	N	%	N	%	
U9 ja	3.878	2,19	146.698	82,93	26.319	14,88	176.895
Geschlecht weiblich	1.963	2,32	70.036	82,62	12.774	15,07	84.773
Geschlecht männlich	1.915	2,08	76.662	83,22	13.545	14,70	92.122
Brille ja	785	4,51	9.185	52,71	7.455	42,78	17.425
Brille nein	3.093	1,94	137.513	86,24	18.853	11,82	159.459
Augenarzt Kontakt	1.478	2,84	38.187	73,31	12.426	23,85	52.091
kein Augenarzt Kontakt	2.400	1,92	108.493	86,95	13.889	11,13	124.782
Sprache zuhause Deutsch	3.421	2,14	133.133	83,10	23.661	14,77	160.215
Sprache zuhause nicht Deutsch	457	2,74	13.548	81,33	2.654	15,93	16.659

	ja		nein		fehlend		N
	N	%	N	%	N	%	
	U9 nein	467	3,65	10.202	79,65	2.140	
Geschlecht weiblich	243	3,88	4.951	78,99	1.074	17,13	6.268
Geschlecht männlich	224	3,42	5.251	80,28	1.066	16,30	6.541
Brille ja	57	6,26	455	49,95	399	43,80	911
Brille nein	410	3,45	9.747	81,92	1.741	14,63	11.898
Augenarzt Kontakt	110	4,59	1.631	68,04	656	27,37	2.397
kein Augenarzt Kontakt	357	3,43	8.570	82,32	1.483	14,25	10.410
Sprache zuhause Deutsch	402	3,67	8.757	79,97	1.792	16,36	10.951
Sprache zuhause nicht Deutsch	65	3,50	1.444	77,80	347	18,70	1.856

*Tabelle 29 Prävalenz des binokularen Visus <0,7 stratifiziert für U9 Teilnahme und für mögliche Störgrößen*

	Auffälligkeit 3: monokular Visus <0,7						Gesamt
	ja		nein		fehlend		
	N	%	N	%	N	%	
U9 ja	3.736	2,11	146.698	82,93	26.461	14,96	176.895
Geschlecht weiblich	1.872	2,21	70.036	82,62	12.865	15,18	84.773
Geschlecht männlich	1.864	2,02	76.662	83,22	13.596	14,76	92.122
Brille ja	729	4,18	9.185	52,71	7.511	43,10	17.425
Brille nein	3.007	1,89	137.513	86,24	18.939	11,88	159.459
Augenarzt Kontakt	1.399	2,69	38.187	73,31	12.505	24,01	52.091
kein Augenarzt Kontakt	2.335	1,87	108.493	86,95	13.954	11,18	124.782
Sprache zuhause Deutsch	3.382	2,11	133.133	83,10	23.700	14,79	160.215
Sprache zuhause nicht Deutsch	351	2,11	13.548	81,33	2.760	16,57	16.659

	ja		nein		fehlend		N
	N	%	N	%	N	%	
U9 nein	335	2,62	10.202	79,65	2.272	17,74	12.809
Geschlecht weiblich	161	2,57	4.951	78,99	1.156	18,44	6.268
Geschlecht männlich	174	2,66	5.251	80,28	1.116	17,06	6.541
Brille ja	39	4,28	455	49,95	417	45,77	911
Brille nein	296	2,49	9.747	81,92	1.855	15,59	11.898
Augenarzt Kontakt	78	3,25	1.631	68,04	688	28,70	2.397
kein Augenarzt Kontakt	257	2,47	8.570	82,32	1.583	15,21	10.410
Sprache zuhause Deutsch	286	2,61	8.757	79,97	1.908	17,42	10.951
Sprache zuhause nicht Deutsch	49	2,64	1.444	77,80	363	19,56	1.856

*Tabelle 30 Prävalenz des monokularen Visus <0,7 stratifiziert für U9 Teilnahme und für mögliche Störgrößen*

	Auffälligkeit 4: Visus <0,7 des rechten Auges						Gesamt
	ja		nein		fehlend		
	N	%	N	%	N	%	
U9 ja	6.250	3,53	151.600	85,70	19.045	10,77	176.895
Geschlecht weiblich	3.155	3,72	72.466	85,48	9.152	10,80	84.773
Geschlecht männlich	3.095	3,36	79.134	85,90	9.893	10,74	92.122
Brille ja	1.294	7,43	10.057	57,72	6.074	34,86	17.425
Brille nein	4.956	3,11	141.543	88,76	12.960	8,13	159.459
Augenarzt Kontakt	2.406	4,62	39.949	76,69	9.736	18,69	52.091
kein Augenarzt Kontakt	3.844	3,08	111.631	89,46	9.307	7,46	124.782
Sprache zuhause Deutsch	5.584	3,49	137.563	85,86	17.068	10,65	160.215
Sprache zuhause nicht Deutsch	666	4,00	14.017	84,14	1.976	11,86	16.659

	ja		nein		fehlend		N
	N	%	N	%	N	%	
U9 nein	698	5,45	10.598	82,74	1.513	11,81	12.809
Geschlecht weiblich	355	5,66	5.151	82,18	762	12,16	6.268
Geschlecht männlich	343	5,24	5.447	83,27	751	11,48	6.541
Brille ja	89	9,77	500	54,88	322	35,35	911
Brille nein	609	5,12	10.098	84,87	1.191	10,01	11.898
Augenarzt Kontakt	161	6,72	1.716	71,59	520	21,69	2.397
kein Augenarzt Kontakt	537	5,16	8.881	85,31	992	9,53	10.410
Sprache zuhause Deutsch	609	5,56	9.082	82,93	1.260	11,51	10.951
Sprache zuhause nicht Deutsch	89	4,80	1.515	81,63	252	13,58	1.856

*Tabelle 31 Prävalenz des Visus <0,7 des rechten Auges stratifiziert für U9 Teilnahme und für mögliche Störgrößen*

	Auffälligkeit 5: Visus <0,7 des linken Auges						Gesamt
	ja		nein		fehlend		
	N	%	N	%	N	%	N
U9 ja	6.686	3,78	151.555	85,68	18.654	10,55	176.895
Geschlecht weiblich	3.357	3,96	72.399	85,40	9.017	10,64	84.773
Geschlecht männlich	3.329	3,61	79.156	85,93	9.637	10,46	92.122
Brille ja	1.390	7,98	9.963	57,18	6.072	34,85	17.425
Brille nein	5.296	3,32	141.592	88,80	12.571	7,88	159.459
Augenarzt Kontakt	2.550	4,90	39.938	76,67	9.603	18,44	52.091
kein Augenarzt Kontakt	4.134	3,31	111.599	89,44	9.049	7,25	124.782
Sprache zuhause Deutsch	5.953	3,72	137.549	85,85	16.713	10,43	160.215
Sprache zuhause nicht Deutsch	730	4,38	13.989	83,97	1.940	11,65	16.659

	ja		nein		fehlend		N
	N	%	N	%	N	%	
U9 nein	706	5,51	10.601	82,76	1.502	11,73	12.809
Geschlecht weiblich	362	5,78	5.142	82,04	764	12,19	6.268
Geschlecht männlich	344	5,26	5.459	83,46	738	11,28	6.541
Brille ja	92	10,10	499	54,77	320	35,13	911
Brille nein	614	5,16	10.102	84,91	1.182	9,93	11.898
Augenarzt Kontakt	177	7,38	1.712	71,42	508	21,19	2.397
kein Augenarzt Kontakt	529	5,08	8.888	85,38	993	9,54	10.410
Sprache zuhause Deutsch	600	5,48	9.107	83,16	1.244	11,36	10.951
Sprache zuhause nicht Deutsch	106	5,71	1.493	80,44	257	13,85	1.856

*Tabelle 32 Prävalenz des Visus links <0,7 stratifiziert für U9 Teilnahme und für mögliche Störgrößen*

	Auffälligkeit 1-5						Gesamt
	ja		nein		fehlend		
	N	%	N	%	N	%	N
U9 fehlend	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0

*Tabelle 33 Fehlend U9-Teilnahme*

OR 95%-KI	mon- oder binokular Visus <0,7						
	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4	Modell 5	Modell 6	Modell 9
U7a	0,96*** (0,92-1,01)						0,99*** (0,94-1,04)
Alter		0,90*** (0,84-0,97)					0,82*** (0,74-0,89)
Geschlecht			1,11*** (1,07-1,15)				1,12*** (1,07-1,17)
Tragen einer Brille				3,61*** (3,56-3,67)			3,66*** (3,59-3,73)
Sozialstatus					0,82*** (0,80-0,85)		0,83 (0,81-0,86)
Zuhause gesprochene Sprache Deutsch						0,86*** (0,79-0,93)	0,77*** (0,64-0,90)
Konstante	0,055*** (0,02-0,09)	0,10 (-0,26-0,45)	0,05*** (0,02-0,08)	0,05*** (0,02-0,07)	0,10** (0,02-0,19)	0,06* (-0,01-0,13)	0,35 (-0,11-0,82)
Gesamt (N)	160.122	165.316	165.316	165.316	124.467	165.295	120.629
AIC	64.623,97	66.510,87	66.499,93	65.012,34	48.304,85	66.483,99	45.853,36

\*p<0,1; \*\*p<0,05; \*\*\*p<0,01

**Tabelle 34** Logistischen Regressionsanalysen zwischen Sehschärfeneinschränkung (mon- oder binokular Visus <0,7) und Teilnahme an der U7a, adjustiert für mögliche Confounder, bei univariabler und multivariabler Betrachtung.

OR 95%-KI	binokular Visus <0,7						
	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4	Modell 5	Modell 6	Modell 7
U7a	0,93*** (0,87-0,99)						0,96*** (0,89-1,03)
Alter		0,87*** (0,79-0,96)					0,79*** (0,70-0,90)
Geschlecht			1,13*** (1,07-1,19)				1,17*** (1,10-1,24)
Tragen einer Brille				3,67*** (3,59-3,75)			3,83*** (3,74-3,92)
Sozialstatus					0,81*** (0,78-0,84)		0,82*** (0,79-0,85)
Zuhause gesprochene Sprache Deutsch						0,774*** (0,68-0,87)	0,69*** (0,53-0,86)
Konstante	0,03 (-0,01-0,07)	0,06 (-0,43-0,55)	0,03 (-0,02-0,07)	0,02 (-0,01-0,06)	0,06 (-0,06-0,17)	0,04 (-0,05-0,12)	0,24 (-0,40-0,88)
Gesamt (N)	156.173	161.245	161.245	161.245	121.496	161.227	117.748
AIC	38.915,37	39.970,81	39.965,62	39.146,08	28.776,03	39.952,17	27.393,81

\*p<0,1; \*\*p<0,05; \*\*\*p<0,01

**Tabelle 35** Logistischen Regressionsanalysen zwischen Sehschärfeneinschränkung (binokular Visus <0,7) und Teilnahme an der U7a, adjustiert für mögliche Confounder, bei univariabler und multivariabler Betrachtung.

OR 95%-KI	monokular Visus <0,7						
	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4	Modell 5	Modell 6	Modell 7
U7a	1,01*** (0,94-1,07)						1,02*** (0,95-1,09)
Alter		0,94*** (0,85-1,03)					0,83*** (0,73-0,94)
Geschlecht			1,09*** (1,03-1,15)				1,07*** (1,00-1,14)
Tragen einer Brille				3,55*** (3,47-3,63)			3,48*** (3,38-3,57)
Sozialstatus					0,837*** (0,81-0,87)		0,85*** (0,81-0,88)
Zuhause gesprochene Sprache Deutsch						0,97*** (0,86-1,07)	0,87** (0,68-1,07)
Konstante	0,03 (0,02-0,07)	0,04 (-0,47-0,55)	0,03 (-0,02-0,07)	0,02 (-0,01-0,06)	0,05 (-0,07-0,17)	0,03 (-0,07-0,13)	0,13 (-0,54-0,78)
Gesamt (N)	155.886	160.971	160.971	160.971	121.356	160.950	117.591
AIC	36.831,46	37.980,97	37.975,71	37.250,48	27.799,17	37.959,69	26.465,58

\*p<0,1; \*\*p<0,05; \*\*\*p<0,01

**Tabelle 36** Logistischen Regressionsanalysen zwischen Sehschärfeneinschränkung (monokular Visus <0,7) und Teilnahme an der U7a, adjustiert für mögliche Confounder, bei univariabler und multivariabler Betrachtung.

OR 95%-KI	Visus <0,7 des rechten Auges						
	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4	Modell 6	Modell 7	Modell 8
U7a	0,97*** (0,92-1,02)						1,00*** (0,95-1,06)
Alter		0,89*** (0,83-0,96)					0,81*** (0,72-0,89)
Geschlecht			1,12*** (1,07-1,16)				1,13*** (1,07-1,19)
Tragen einer Brille				3,57*** (3,51-3,63)			3,66*** (3,59-3,74)
Sozialstatus					0,83*** (0,80-0,85)		0,84*** (0,81-0,86)
Zuhause gesprochene Sprache Deutsch						0,87*** (0,79-0,95)	0,78*** (0,64-0,92)
Konstante	0,04** (0,01-0,08)	0,08 (-0,31-0,47)	0,04** (0,01-0,08)	0,04*** (0,01-0,06)	0,08* (-0,01-0,17)	0,05 (-0,02-0,12)	0,28 (-0,22-0,79)
Gesamt (N)	163.851	169.146	169.146	169.146	127.348	169.125	123.435
AIC	56.340,38	57.960,23	57.951,98	56.682,37	42.098,81	57.956,88	39.988,19

\*p<0,1; \*\*p<0,05; \*\*\*p<0,01

**Tabelle 37** Logistischen Regressionsanalysen zwischen Sehschärfeneinschränkung (Visus <0,7 des rechten Auges) und Teilnahme an der U7a, adjustiert für mögliche Confounder, bei univariabler und multivariabler Betrachtung.

OR 95%-KI	Visus <0,7 des linken Auges						
	Modell 1	Modell 2	Modell 3	Modell 4	Modell 5	Modell 6	Modell 7
U7a	0,99*** (0,94-1,03)						1,01*** (0,95-1,06)
Alter		0,92*** (0,85-0,98)					0,83*** (0,75-0,91)
Geschlecht			1,11*** (1,06-1,15)				1,13*** (1,08-1,19)
Tragen einer Brille				3,64*** (3,58-3,70)			3,38*** (3,60-3,75)
Sozialstatus					0,82*** (0,80-0,85)		0,83*** (0,81-0,86)
Zuhause gesprochene Sprache Deutsch						0,83*** (0,75-0,90)	0,75 (0,61-0,88)
Konstante	0,05*** (0,01-0,08)	0,08 (-0,3-0,46)	0,04** (0,01-0,08)	0,04*** (0,01-0,07)	0,09* (-0,001-0,18)	0,05 (-0,02-0,12)	0,27 (-0,23-0,76)
Gesamt (N)	164.241	169.548	169.548	169.548	127.661	169.527	123.732
AIC	59.023,22	60.768,75	60.757,75	59.367,20	44.026,75	60.730,77	41.742,81

\*p<0,1; \*\*p<0,05; \*\*\*p<0,01

**Tabelle 38** Logistischen Regressionsanalysen zwischen Sehschärfeneinschränkung (Visus <0,7 des linken Auges) und Teilnahme an der U7a, adjustiert für mögliche Confounder, bei univariabler und multivariabler Betrachtung.

OR 95%-KI	mon- oder binokular Visus <0,7	binokular Visus <0,7	monokular Visus <0,7	Visus <0,7 des rechten Auges	Visus <0,7 des linken Auges
U8	0,68*** (0,57-0,78)	0,63*** (0,49-0,76)	0,73*** (0,59-0,88)	0,68*** (0,57-0,79)	0,68*** (0,57-0,79)
Alter	0,81*** (0,73-0,88)	0,79*** (0,69-0,89)	0,83*** (0,72-0,93)	0,80*** (0,72-0,89)	0,83*** (0,75-0,91)
Geschlecht	1,12*** (1,06-1,17)	1,16*** (1,09-1,24)	1,07*** (1,00-1,14)	1,12*** (1,07-1,18)	1,134*** (1,08-1,19)
Tragen einer Brille	3,72*** (3,65-3,78)	3,85*** (3,76-3,94)	3,57*** (3,47-3,66)	3,70*** (3,63-3,77)	3,75*** (3,65-3,82)
Sozialstatus	0,84*** (0,81-0,86)	0,83*** (0,80-0,86)	0,85*** (0,69-1,07)	0,84*** (0,82-0,87)	0,84*** (0,81-0,86)
Zuhause gesprochene Sprache Deutsch	0,78*** (0,65-0,91)	0,71*** (0,54-0,88)	0,88*** (0,69-1,07)	0,79*** (0,65-0,94)	0,76*** (0,62-0,89)
Konstante	0,51** (0,04-0,97)	0,35 (-0,29-0,99)	0,18 (-0,49-0,84)	0,39 (-0,12-0,90)	0,37 (-0,13-0,86)
Gesamt (N)	124.467	121.496	121.356	127.348	127.661
AIC	47.090,32	28.063,58	27.252,73	41.048,04	42.895,42

\*p<0,1; \*\*p<0,05; \*\*\*p<0,01

**Tabelle 39** Logistischen Regressionsanalysen zwischen Sehschärfeneinschränkung und Teilnahme an der U8, adjustiert für Alter, Geschlecht, Tragen einer Brille, Sozialstatus und Zuhause gesprochene Sprache "Deutsch".

OR 95%-KI	mon- oder binokular Visus <0,7	binokular Visus <0,7	monokular Visus <0,7	Visus <0,7 des rechten Auges	Visus <0,7 des linken Auges
U9	0,66*** (0,57-0,76)	0,57*** (0,45-0,69)	0,80*** (0,66-0,94)	0,62*** (0,52-0,72)	0,67*** (0,57-0,77)
Alter	0,84*** (0,77-0,91)	0,84*** (0,74-0,94)	0,85*** (0,74-0,95)	0,84*** (0,76-0,92)	0,86*** (0,78-0,94)
Geschlecht	1,12*** (1,06-1,17)	1,16*** (1,09-1,23)	1,07*** (1,00-1,14)	1,12*** (1,07-1,18)	1,13*** (1,08-1,19)
Tragen einer Brille	3,71*** (3,64-3,78)	3,85*** (3,76-3,94)	3,55*** (3,46-3,65)	3,70*** (3,63-3,77)	3,74*** (3,67-3,81)
Sozialstatus	0,84*** (0,81-0,86)	0,83*** (0,80-0,86)	0,85*** (0,81-0,88)	0,84*** (0,82-0,67)	0,84*** (0,81-0,86)
Zuhause gesprochene Sprache Deutsch	0,78*** (0,65-0,90)	0,70*** (0,54-0,87)	0,87*** (0,68-1,06)	0,79*** (0,65-0,93)	0,75*** (0,62-0,88)
Konstante	0,41* (-0,04-0,87)	0,27 (-0,35-0,89)	0,14 (-0,50-0,79)	0,33 (-0,17-0,82)	0,30 (-0,18-0,78)
Gesamt (N)	124.467	121.496	121.356	127.348	127.661
AIC	47.075,78	28.032,37	27.258,95	41.011,86	42.881,12

\*p<0,1; \*\*p<0,05; \*\*\*p<0,01

**Tabelle 40** Logistischen Regressionsanalysen zwischen Sehschärfeneinschränkung und Teilnahme an der U9, adjustiert für Alter, Geschlecht, Tragen einer Brille, Sozialstatus und Zuhause gesprochene Sprache "Deutsch".

## **Danksagung**

Ein herzliches Dankeschön an Herrn ..... für die Betreuung meiner Dissertation.

Außerdem gilt mein besonderer Dank ..... für die stets immer freundliche und unkomplizierte Unterstützung bei dieser Arbeit.

Vielen Dank auch an die intensive Kooperation zwischen der Augenklinik und Poliklinik der Universitätsmedizin Mainz und dem Institut für Biometrie, Epidemiologie und Informatik der Universitätsmedizin Mainz. Hier gilt mein besonderer Dank Herrn .....und Herrn..... .

Ein ganz besonderer Dank geht hierbei auch an meine Familie und Freunde, die mich immer in allen Situationen unterstützt haben.

## **Lebenslauf**

**Denis Friedrich Müller**

**geb. am 01. April 1989 in Stuttgart-Bad Cannstatt**

## **Berufstätigkeit**

Seit Juli 2019                      Assistenzarzt in der Kinder- und Jugendmedizin des  
GPR-Klinikums Rüsselsheim

Apr. 2012-Okt. 2012      Physiotherapeut in der Praxis von Nora Siemens in  
Oppenweiler

## **Studium**

Jan. 2019                              Approbation als Arzt

Sep. 2014-Nov. 2018      Medizinstudium an der Johannes-Gutenberg-Universität  
Mainz

Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

Praktisches Jahr

Okt. 2012-Sep. 2014.      Medizinstudium an der Georg-August-Universität in  
Göttingen

Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

## **Ausbildung**

März 2017-Apr. 2017      Ausbildungslehrgang Skilehrer-Anwärter beim Tiroler  
Skilehrerverband

Apr. 2009-März 2012      Ausbildung zum Physiotherapeuten am Berufskolleg in  
Waldenburg

Staatliche Prüfung zum Physiotherapeuten

Okt. 2008-Apr. 2009      Freiwilliges Soziales Jahr beim Deutschen Roten Kreuz

## **Ehrenamtliche Tätigkeit**

2004 - 2010                      Jugendarbeit und Leiter von Jugendfreizeiten

## **Schule**

Sep. 2005-Juni 2008    Kaufmännische Schule Backnang, Berufliches  
Gymnasium wirtschaftswissenschaftlicher Richtung  
Allgemeine Hochschulreife

Sep. 1999-Juli 2005    Bildungszentrum Weissacher Tal, Abteilung Realschule  
Realschulabschluss

Sep. 1995-Juli 1999    Grundschule Oberweissach, Weissach im Tal