Hochschule Aalen

Bachelorarbeit des Studiengangs
Augenoptik / Augenoptik Hörakustik

Veränderungen des Sehverhaltens von Kindern und Jugendlichen durch digitale Endgeräte und Möglichkeiten der Prävention

Erstellung einer Informationsbroschüre für Eltern und Augenoptiker

Zugelassene Abschlussarbeit des Studiengangs Augenoptik und Hörakustik
zur Erlangung des akademischen Grades Bachelor of Science

vorgelegt von

Ines Benneker

Tag der Einreichung:

12.08.2018

Erstbetreuerin: Prof. Dr. Ulrike Paffrath

Zweitbetreuerin: M.Sc. Sarah Krötz

Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Bachelorthesis selbstständig und ohne fremde Hilfe angefertigt und keine andere als die angegebene Literatur benutzt habe. Alle von anderen Autoren wörtlich übernommenen Stellen wie auch die sich an die Gedankengänge anderer Autoren eng anlehnenden Ausführungen meiner Arbeit sind besonders gekennzeichnet. Diese Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch nicht veröffentlicht.

Ort, Datum

Unterschrift

Abstract

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit dem Thema des Einflusses der digitalen Endgeräte auf das Sehverhalten von Kindern und Jugendlichen. Daran angelehnt, werden die Möglichkeiten der Prävention einer Myopieprogression aufgezeigt.
Diese Bachelorarbeit sowie eine Zusammenfassung von bestehenden Studien dienen als Grundlage für die Erstellung einer Informationsbroschüre für Eltern und Augenoptiker/Optometristen.
Aus diesem Grund werden in dieser Arbeit die Ursachen, möglichen Folgen und Behandlungsmethoden detailliert aufgeführt.
Eine Ursache der Myopie und deren Progression ist die Vererbung. Im Zeitalter der Digitalisierung kann eine Myopie durch den höheren Leistungsdruck auf die Kinder und somit durch vermehrte Naharbeit und weniger Zeit im Freien verstärkt werden. Mögliche Folgeerkrankungen dieser Ursachen äußern sich unter anderem in Augenerkrankungen wie einer Katarakt oder einer Makuladegeneration. Zudem können eine verschwommene Sicht als auch tränende oder trockene Augen die Folge sein. Weiterhin kann es orthopädische Folgen nach sich ziehen und auch die sozioökonomischen Folgen, wie die zur Behandlung zu begleichenden Kosten, erhöhen sich stetig.
In den letzten 80 Jahren wurden unzählige Studien zu der Behandlung der Myopieprogression durchgeführt. Diese kamen zu dem Schluss, dass eine Dosis von 0,01% Atropin das Augenlängenwachsum und somit die Myopie am besten verlangsamen kann. Eine ebenfalls gute Wirkung erzielen Ortho-K-Kontaktlinsen, welche über Nacht getragen werden. Auch multifokale Weichlinsen senken die Myopieprogression. Weniger erfolgreich als Atropin oder Ortho-K-Kontaktlinsen sind spezielle Brillengläser (Bifokal, Bifokal mit Konvergenzunterstützung, Gleitsichtgläser). Jedoch verlangsamen auch sie die Myopieprogression effektiv.
Letztlich sollten Kinder und Jugendliche viel Zeit im Freien verbringen, da eine Tageslichtexposition von mindestens zwei Stunden eine wirksame Methode der Prävention ist, die das Augenlängenwachstum und somit eine starke Myopieprogression eindämmen kann.

This Paper deals with the subject of the influence of digital devices to the vision of children and adolescents. Furthermore it shows the possibilities of the prevention of myopiaprogression.

The aim of this thesis is the collection of consisting studies about the subject of myopiaprogression. This collection is a base for the creation of an information brochure for parents and optometrists.

To assist here, this thesis maintains keypoints of the cause, possible consequences and treatment methods for myopiaprogression. One of the reasons for myopia is heredity. Nowadays, in the era of digitalization, the reason of myopia is often high pressure to perform which leads to working in small distances and less time outside.

Possible consequences of those reasons could be eye diseases like cataract and macular degeneration. Children can get blurry vision, tearing, dry and sore eyes. Orthopaedic and socio-economic consequences can also be a problem and rise continuously.

There have been a lot of studies about myopiaprogression treatment in the last 80 years. They came to the conclusion that a dose of 0,01% Atropine slows the growing of the eye and thus the myopia itself effectively. Ortho-K-contactlenses (overnight wear) obtain an effect that is as good as the effect with Atropine. Even multifocal contactlenses have a slowing effect on myopiaprogression. Less effective than Atropine and Ortho-K are special glasses like bifocals, bifocals with the support of convergence and multifocal lenses. But also those lenses slow the myopia effectively.

Children and adolescents should spend a lot of time outdoors, because even a lightexposure of only two hours a day could slow the growing of the eye.

Furthermore, opticians should integrate the brochure in their daily practical routine that the next generation can get information about the possibilities in myopiatreatment.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich ganz herzlich bei Frau Prof. Dr. Ulrike Paffrath bedanken, mit deren Hilfe ich die Bachelorarbeit so verfassen konnte, wie ich es letztendlich tat.

Ebenso danke ich Frau Sarah Krötz für die hervorragende Betreuung, ihr Engagement, ihre Tipps und motivierenden Worte. Zudem hatte sie auch zwischen den Treffen immer ein offenes Ohr für mich.

Allen Myopieexperten und -expertinnen, die mir so schnell auf meine E-Mails antworteten und mit wertvollen Tipps zur Seite standen, möchte ich ebenfalls danken.

Des Weiteren möchte ich mich bei meinem Freund Jonas Hägele bedanken, da er mich während des gesamten Studiums immer bedingungslos unterstützte, meine Launen während der Klausurphasen ertrug, mich immer wieder aufbaute und so wesentlich zum Erfolg meines Studiums beigetragen hat.

Überdies möchte ich meinen Eltern danken, die mir das Studium überhaupt erst möglich gemacht haben und mich in jeder Situation unterstützten. Meiner Schwester Sophie Benneker die nie müde wurde, mir mit Rat und Tat zur Seite zu stehen, ebenso Oma und Opa, die nie den Glauben an mich verloren haben.

Letztlich danke ich all meinen Freunden und Kommilitonen, die meine Studienzeit zu etwas Besonderem gemacht haben.

Inhaltsverzeichnis

Erklärung ..... **I**

Abstract ..... **II**

Danksagung ..... **IV**

Inhaltsverzeichnis ..... **V**

Abkürzungen ..... **VII**

1 Einleitung **1**

1.1 Problemstellung 3

1.2 Zielsetzung 3

2 Aufbau und methodische Vorgehensweise **4**

3 Begriffliche und theoretische Grundlagen **6**

3.1 Ursachen der Myopieprogression 6

3.1.1 Vererbung 8

3.1.2 Verändertes Schulsystem und vermehrte Naharbeit 9

3.1.3 Verminderte Lichtexposition 12

3.2 Vergleich „traditioneller“ und „neuer“ Medien (Nutzungsabstände, Handhabung) 13

3.3 Bisherige und voraussichtliche Entwicklung der Myopie 18

3.4 Betroffene Zielgruppen und deren Erstkontakt mit digitalen Endgeräten 22

3.5 Globale Zusammenhänge und Unterschiede der Bildungsschichten 25

4 Folgen und Auswirkungen digitaler Endgeräte **31**

4.1 Visuelle Folgen 31

4.2 Körperliche (orthopädische) Folgen 38

4.3 Sozioökonomische Folgen 40

5 Möglichkeiten der Prävention einer Myopieprogression **43**

5.1 Brillengläser (Einstärken, multi- und bifokal) 48

5.2 Kontaktlinsen (Orthokeratologie, multifokal/weich) 50

5.3 Medikamente (Atropin) 53

5.4 Tageslicht (Zeit im Freien) 57

6 Beste Chancen der Myopieprävention in Abhängigkeit des Alters 60

7 Diskussion 62

8 Fazit/Schlussfolgerung und Ausblick 65

Literaturverzeichnis VII

Abbildungsverzeichnis XXIII

Tabellenverzeichnis XXIV

Anhang XXV

Abkürzungen

Zeichen	Bedeutung
AC/A	Verhältnis akkommodativer Konvergenzbewegung zu aufgewendeter Akkommodation
ALSPAC	Avon Longitudinal Study of Parents and Children
AR	Fernpunktrefraktion
BLIKK	Bewältigung, Lernverhalten, Intelligenz, Kompetenz, Kommunikation
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
COMET	Correction of Myopia Evaluation Trial
CVS	Computer Vision Syndrome
dpt	Dioptrien
E^3	European Eye Epidemiology
kg	Kilogramm
Mio	Millionen
Mrd	Milliarden
Ortho-K/OK	Orthokeratologie-Kontaktlinsen
ROAM	Role of Outdoor Activity in Myopia
SCORM	Singapore Cohort Study oft he Risk Factor of Myopia
SMS	Sydney Myopia Study
WHO	World Health Organisation (Weltgesundheitsorganisation)

1 Einleitung

Sehen gehört zu den wichtigsten Sinnen des Menschen, da er einem Individuum die Interaktion mit seiner Umwelt ermöglicht. Der Prozess des Sehens wird durch zwei Abläufe gesteuert- zum einen durch die Transformation von Lichtwellen in Nervenimpulse und zum anderen durch den komplexen Prozess der Sehverarbeitung (Carimalo; Menozzi, 2006).

Myopie ist die am häufigsten verbreitete Fehlsichtigkeit der jüngeren Generation mit einer deutlich ansteigenden Prävalenz. Auch die Forschung beschäftigt sich seit Jahren verstärkt mit dieser Thematik (Pan; Ramamurthy; Saw, 2012; Vitale; Sperduto; Ferris, 2009; Williams et al., 2015; Wolfram et al., 2014, Holden et al., 2016). Laut WHO (2015) hat die Behandlung der Kurzsichtigkeit deshalb höchste Priorität, da unkorrigierte Sehfehler im Jahr 2013 ca. 108 Millionen Menschen betrafen (Lohrengel, 2017).

Aufgrund der Zusammenfassung mehrerer Studien in seinem Artikel kam Conrad (2017) zu dem Ergebnis, dass sich die Prävalenz der Myopie bis zum Jahr 2050 auf ca. 5 Milliarden Myope (dies entspricht 49,8% der Weltbevölkerung und somit jedem 2. Menschen) und ca. 1 Milliarde hochmyope Menschen (entspricht 9,8% der Weltbevölkerung) belaufen wird. Je mehr Menschen also bis zum Jahr 2050 von einer Myopie oder hochgradigen Myopie betroffen sind, desto höher steigen auch die Kosten, die der Staat für die medizinische Behandlung der Folgeerkrankungen aufbringen muss.

Durch die Veränderung des visuellen Umfelds der Gesellschaft infolge der Digitalisierung (Blaser, Dash, 2017), kommen immer mehr Kinder und Jugendliche mit digitalen Endgeräten in Kontakt. Die Zeit, die im Freien verbracht wird sinkt, während die Zeit der Naharbeit gleichzeitig ansteigt. Gründe dafür sind z.B. längere Bildungszeiten. Aus diesen Gründen ist es wichtig, dass die Myopie frühzeitig entdeckt und behandelt wird, um die Chancen zu steigern, ein Voranschreiten zu verzögern (Lagrèze, 2016).

Dass ein Voranschreiten der Kurzsichtigkeit vor allem bei Studenten auftritt, entdeckte Johannes Keppler bereits im Jahr 1630 (Schaeffel, 2017). Einen Zusammenhang zwischen Naharbeit, Lichtverhältnissen und der Entstehung von

Myopie wurde um 1890 von Hermann Cohn ebenfalls dokumentiert (Lohrengel, 2017). Aufgrund dieses Zusammenhangs ist das höchste, sichtbare Fortschreiten der Myopieprogression vor allem im asiatischen Raum wahrnehmbar. So sind in den größeren asiatischen Ländern, Myopieraten von bis zu 90% keine Seltenheit (Schaeffel, 2016). Ein Anstieg der Kurzsichtigkeit findet sich auch in Europa. „Es war immer schon bewusst, dass sich in gewissen Teilen der Welt die Myopie verbreitet. Es ist dennoch interessant, dass sich in Europa gleiche Muster wie in Asien abzeichnen“ (Williams, 2015).

Die Motivation dieser Arbeit ergab sich aus der bestehenden Aktualität/Relevanz dieser Problematik und spiegelt sich in dem immer weiter steigenden Interesse bezüglich der Myopieprogression bei Kindern und Jugendlichen wider. (Pan; Ramamurthy; Saw, 2012). Um ebendiese Probleme schon präventiv vor der Entstehung zu behandeln bzw. das nötige Wissen zu vermitteln, soll eine Informationsbroschüre erstellt werden. In erster Linie dient sie dazu, Eltern und Kinder, aber auch Augenoptiker und Optometristen sensibler gegenüber dieser Thematik zu machen. Ein wichtiger Punkt, der dazu eingehalten werden muss, ist eine gute Zusammenarbeit zwischen diesen Personengruppen, damit die Kinder die bestmögliche Behandlung erhalten können. Jedoch sollte den Eltern immer bewusstgemacht werden, dass jedes Kind unterschiedlich auf die einzelnen Therapieformen reagieren kann.

Als Grundlage der Informationsbroschüre dient diese Bachelorarbeit. In dieser werden Ursachen, mögliche Folgen und aktuelle Behandlungsmethoden der Myopie dargestellt und erläutert.

1.1 Problemstellung

Die wenigsten Eltern wissen, welche Auswirkungen eine Myopie bzw. hohe Myopie auf ihr Kind haben kann. Eine Befragung hat festgestellt, dass sich 88% der Eltern nicht mit den Risiken der Myopie auskannten und 87% nicht wussten, wie sie die Progression verlangsamen können. Dabei ist es für die Kinder und Jugendlichen bedeutsam, dass eine Myopie frühzeitig entdeckt und auch behandelt wird (Conrad, 2017). Umso wichtiger ist diese Feststellung in Hinblick darauf, dass Jones et al. (2007) und Gwiazda et al. (2007) herausfanden, dass neben der Vererbung vor allem die Umweltbedingungen eine Rolle spielen. Die Folgen hochgradiger Myopie können sich zu einem späteren Zeitpunkt in einer Makuladegeneration, in einem Glaukom oder einer Katarakt äußern. Zudem können sich aufgrund von zu viel Naharbeit auch asthenopische- sowie orthopädische Symptome bemerkbar machen. Daher ist es umso wichtiger, diese Informationen zu vermitteln, um die einzelnen Punkte einer Myopieprogression klar und verständlich zu machen.

1.2 Zielsetzung

Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, einen Überblick über die theoretischen Grundlagen und den aktuellen Forschungsstand zu erstellen. Im Besonderen werden die Ursachen, Folgen und Behandlungsmöglichkeiten der Myopie bei Kindern und Jugendlichen analysiert.

Die im Zuge dessen erstellte Informationsbroschüre soll auf verständliche Art und Weise Wissen vermitteln. Dadurch kann sie einen wertvollen Beitrag in der Praxisroutine leisten, da sie von Augenspezialisten wie Augenoptikern und Optometristen für die Myopiekontrolle und Behandlung der nächsten Generation eingesetzt werden kann. Schwerpunkt ist hier die Prävention.

2 Aufbau und methodische Vorgehensweise

Um die Forschungsfrage beantworten zu können, wurde eine ausführliche Literaturrecherche durchgeführt. Dazu wurde in der hochschuleigenen Bibliothek unter folgenden Schlagworten gesucht: „Myopieprogression, Myopieprävention, Myopiekontrolle, Myopiemanagement, Kurzsichtigkeit bei Kindern, Veränderungen der Augen bei Kindern und Jugendlichen, Veränderungen der Augen bei Kindern und Jugendlichen durch digitale Medien, Kinder und Jugendliche, digitale Medien, vermehrte Naharbeit und Myopie, Risiken vermehrter Nutzung digitaler Endgeräte, Maßnahmen bei Myopieprogression."

In die Arbeit wurden Kinder und Jugendliche/junge Erwachsene mit einer Altersbegrenzung von 2-25 Jahren aufgenommen, da diese Altersgruppen mit der Digitalisierung aufwachsen und dem Risiko einer zu entwickelnden Myopieprogression am meisten ausgesetzt sind. Jedoch wurden in Kapitel 4.2 auch Säuglinge miteingeschlossen, da schon die Nutzung von Smartphones und Tablets durch die Eltern den Säuglingen und Kleinkindern Schaden zufügen kann.

Die Literatursuche wurde mit der Datenbank PUBMED durchgeführt. Da PUBMED schon 2010 über 14.000 Zitate bereithielt und diese Zahl 2018 nochmals angestiegen ist, erfolgte die Suche mit den Stichworten: „myopia progression, reasons of high myopia, environmental factors and myopia, risk factors of high myopia, development of myopia, global prevalence of myopia, myopia control, computer vision syndrome, myopia in school children and young adults, social media, near work."

Inkludiert wurden alle Arbeiten, die sich mit der Myopieprogression, vermehrter Naharbeit, Kindern und Jugendlichen im Zusammenhang mit digitalen Medien und der Myopiekontrolle, beschäftigten. Zusätzlich wurden Studien miteinbezogen, die sich mit der Myopie bei Kindern ab fünf bis sechs Jahren und über das Studentenalter hinaus befassten. In die Suche nach empirischen Erkenntnissen wurden die Arbeiten und Artikel der Jahre 1993-2018 berücksichtigt. Des Weiteren wurden Studien aus Asien, China, den USA, sowie Europa aufgenommen, da sich die Bildung, die Naharbeit und somit die Myopie(progression) bei Kindern und Jugendlichen in diesen Kulturen immer weiter annähern.

Zudem wurden sämtliche Fachzeitschriftenverlage angeschrieben, um Exemplare wie die DOZ, Focus, der Augenoptiker, der Ophthalmologe, Optometrie und die Kontaktlinse zu beziehen. Aus diesen Fachzeitschriften wurden systematisch die Themen rund um die Myopie und Myopieprogression, sowie Themen zu Jugendlichen und digitalen Endgeräten, gefiltert.

All diese Erkenntnisse und Informationen wurden zusammengetragen, um die Grundlagen und den Aufbau für die Informationsbroschüre für Eltern und Augenoptiker zu schaffen.

3 Begriffliche und theoretische Grundlagen

Nachfolgend werden die verwendeten Begriffe rund um die Myopieprogression bei Kindern definiert und erläutert. Um theoretische Grundlagen für die Broschüre als Endprodukt zu schaffen, werden die Ursachen, Entwicklung, Auswirkungen und Therapieformen dargestellt. Zudem wird analysiert, ob ein Zusammenhang zwischen der Nutzung digitaler Endgeräte und der voranschreitenden Kurzsichtigkeit besteht.

3.1 Ursachen der Myopieprogression

Da die Zunahme der Myopie in den letzten 15 Jahren immer größere Aufmerksamkeit auf sich zog und sich immer mehr Fachleute mit diesem Thema beschäftigen, erkannte die WHO die Myopieprogression als globales Gesundheitsproblem an (Lagrèze, 2016).

Die Myopieprogression definiert sich wie folgt: ab einer durchschnittlichen Zunahme von -0,50 dpt pro Jahr (Zhao et al., 2002) oder laut Saw (1996) und Rose (2016) einer Prävalenz von AR < -0,50 dpt, AR ≤ -0,50 dpt oder AR < -1,00 dpt und einer Myopie von mehr als -1,00 dpt vor dem 10. bis 12. Lebensjahr.

Myopie lässt sich in die vier folgenden Kategorien einteilen. In die sogenannte „Schulmyopie“ (Myopia simplex), die „pathologische oder hohe Myopie“ (auch Myopia maligna ≥ -5,0 Dioptrien oder früh einsetzende, early onset myopia, genannt) (Jones; Lünsmann, 2013, Sachsenweger 2003), in die „fortschreitende Myopie“ (progressing myopia) und die „stationäre Myopie“ (stable myopia) (Schaeffel, 2011). Bei der Myopia simplex, welche mit ca. 90% die häufigste Form aller auftretenden Myopien ausmacht (Schaeffel, 2016), handelt es sich um ein normales Auge, welches sich entweder in seinem Längenverhältnis zum Brechwert der Hornhaut und Linse unterscheidet oder in seinem Brechwert im Verhältnis zur Augenlänge (Friedrich et al., 2017). Handelt es sich um ein Längenwachstum des Auges, erzeugt eine Abweichung von nur 1 mm von der Norm (24 mm) eine Änderung um ca. 2,70 dpt. Das bedeutet bei einem Kind oder Jugendlichen mit beispielsweise 26,5 mm Augapfellänge, eine Kurzsichtigkeit von ca. 7,50 dpt (Schaeffel, 2016). Die Myopia maligna ist eine lebenslang fortschreitende Myopie,

welche in der Kindheit beginnt und im späteren Verlauf zu Aderhaut-Rissen und Netzhautablösungen führen kann. Daher wird sie auch als early onset myopia bezeichnet. Die fortschreitende Myopie verhält sich ähnlich wie die Schulmyopie, stabilisiert sich aber meist mit ca. 30 Jahren. Sie kann zu Abweichungen von bis zu -12,0 dpt führen (http://www.augenklinik-dr-hoffmann.de/myopie.html, o.J.).

Diese rapide ansteigenden Myopieraten werden vor allen Dingen in Ost- und Südostasien beobachtet. Holden und Sakarindurg fanden 2014 heraus, dass bei einem Kind im Alter von sechs bis sieben Jahren, bei welchem die Myopie mit -1,00 dpt pro Jahr fortschreitet, schon fünf bis sechs Jahre später eine Schwelle von -6,00 dpt erreicht sein wird. Eine solch hohe Myopie betrifft in Deutschland 2-5 von 100 Menschen (Schaeffel, 2016). Junge Europäer im Alter von 20 bis 29 Jahren sind im Vergleich zu anderen Altersgruppen häufiger von solch hochgradigen Myopien betroffen (Matamoros et al., 2015; Williams et al., 2015). Dieser Fakt leitet zu dem Thema des veränderten Schulsystems und damit des Leistungsdrucks und der vermehrten Naharbeit in Kapitel 3.1.2 über.

Gifford (2016) gibt an, dass neben der Genetik, der Zeit im Tageslicht und der Naharbeit, auch das Alter, die Refraktion und das Binokularsehen sowie die Ernährung mögliche Risikofaktoren sein können. Mit diesen Themen haben sich Forscher aus der ganzen Welt beschäftigt, von denen nachfolgend in den Kapiteln 3.1.1 bis 3.1.3 einige erläutert werden. Dies dient dazu aufzuzeigen, dass nicht nur der genetische Hintergrund eine Rolle spielt, sondern vor allen Dingen die Umweltfaktoren eine Myopieprogression verstärken.

Auf einzelne Risikofaktoren, wie beispielsweise die Ernährung, wird im weiteren Verlauf nicht weiter eingegangen, da dies den Rahmen dieser Arbeit übersteigen würden. Jedoch ist eine detaillierte Tabelle im Anhang zu finden.

3.1.1 Vererbung

Eine wichtige Ursache ist in der elterlichen Myopie begründet. Das Risiko einer zu entwickelnden Myopie oder hochgradigen Myopie bei einem kurzsichtigen Elternteil ist im Gegensatz zu einem nicht myopen Elternteil dreifach so hoch. Zusätzlich lässt sich aus Tabelle 1 entnehmen, dass mit beiden myopen Elternteilen das Risiko auf das Sechsfache ansteigt. In diesem Fall kann die Myopie also auch genetisch bedingt sein und kommt schon im Kindesalter vor. Diese Kinder werden vor Schulbeginn (Altersgruppe von 5-7-jährigen) keine Normalsichtigkeit erreichen. Oft kann diese Form der Myopie mit Endwerten von bis zu -20,00 dpt verbunden sein (Schaeffel, 2016).

Tabelle 1: Ursachen und Risikofaktoren bei Kindern mit und ohne myope Elternteile (Gifford, 2015; Jones et al., 2007; Schaeffel 2002)

Ursache	Risikofaktor
Kein myoper Elternteil	Risiko von 10-15%
Ein myoper Elternteil	3x höheres Risiko (20-25%)
Zwei myope Elternteile	6x höheres Risiko (30-40%)

Auch die ORINDA-Studie (Mutti et al., 2002) bestätigte ein erhöhtes Risiko durch myope Elternteile. Kinder, bei welchen eine Myopie im Alter von sechs bis sieben Jahren festgestellt wird und bei denen beide Elternteile myop sind, besitzen ein sechsfach höheres Risiko, verglichen mit über 11-jährigen Kindern mit myopen Eltern (Gwiazda et al., 2007). Das Risiko meint hier die Wahrscheinlichkeit, dass diese Kinder zu einem späteren Zeitpunkt an einer Katarakt, einem Glaukom, einer Netzhautablösung oder Makuladegeneration erkranken, wie bereits in Kapitel 1.1 erwähnt wurde.

Zudem entwickelt sich bei diesen Kindern die Myopie schneller als bei Kindern ohne oder mit nur einem myopen Elternteil (22%) (Kurtz et al., 2007; Loh et al., 2015). Ist keines der beiden Elternteile myop, liegt eine Wahrscheinlichkeit von nur 10-15% vor (Schaeffel, 2002). Jedoch ist die angeborene Form der Myopie weniger stark verbreitet, da die sogenannte „Schulmyopie“ die weitaus häufigere Form der Kurzsichtigkeit ausmacht, auf die in dem folgenden Kapitel 3.1.2 nochmals eingegangen wird.

3.1.2 Verändertes Schulsystem und vermehrte Naharbeit

Mehrere Studien haben die Entstehung der Myopie, die sich im Schulalter entwickelt und als Schulmyopie bezeichnet wird, bestätigt (Straub, 1909; Slataper, 1950; Baldwin, 1957, sowie Gross und Rainey, 1998). Bei der Schulmyopie liegt die Ursache einerseits bei den Wachstumsfaktoren des Auges und andererseits in der Häufigkeit der Nahbelastung begründet. Eine Entstehung kommt meist erst im schulfähigen Alter zustande.

Morgan (2013) begründet die Myopieprogressionen in China mit der kulturellen Revolution, da es erst nach Einführung der Schulpflicht zu einem solchen Ausbruch kam. Waren davor nur 10-20% Schulkinder kurzsichtig, stieg die Rate nach Einführung der Schulpflicht auf 90% an. Die Studien von Young et al. von 1954 und 1969 wiesen nach, dass bei Kindern, die zur Schule gehen und längere Zeit in kurzen Distanzen lesen oder öfter in der Nähe arbeiten, viele Hausaufgaben erledigen müssen und so längere Zeit in Räumen verbringen, eher ein Längenwachstum des Bulbus ausgelöst wird. Zudem sind sie myoper als Kinder, die nicht bzw. nur bis zur 9. Klasse in die Schule gehen (Morgan; Rose, 2005, 2013, S. 329-338; Rose; Morgan et al., 2008, S. 1279-1285). Laut Gutenbergstudie (2012, Artikel 2014) steigt die Häufigkeit nach dem Abitur sogar auf fast 50% an. Eine Studie, die an Inuitkindern durchgeführt wurde, unterstützt die Aussagen der oben genannten Studien, denn auch dort stieg nach Einführung der Schulfpflicht die Myopierate an. Bei der Schulmyopie liegt die Ursache einerseits bei den Wachstumsfaktoren des Auges und zum anderen bei der Häufigkeit der Nahbelastung. Eine Entstehung kommt meist erst im schulfähigen Alter zustande.

In China und Shanghai werden bedingt durch das Schulsystem ca. 13,8 Stunden pro Woche für Hausaufgaben aufgewendet- das sind knapp sieben Stunden mehr als in dem OECD-Raum (Organisation for Economic Co-operation and Development) (o.V., 2018; Erling, 2014). Dadurch ist das höchste, sichtbare Fortschreiten der Myopieprogression vor allem im asiatischen Raum wahrnehmbar. Dies macht sich vor allem durch eine Prävalenz von ca. 30% bei den aus China stammenden Grundschülern bemerkbar. In der Mittelstufe soll diese auf 60%, bei Oberstufenschülern auf 80% und bei Studenten auf 90% ansteigen (o.V., 2018).

Auch laut Pfeiffer (2015) liegt die Erklärung für die enorme Kurzsichtigkeit in Asien in diesen Faktoren begründet. Zudem sind uns diese Länder in dem Gebrauch der Unterhaltungselektronik weit voraus (Pfeiffer, 2015).

Vermehrte Naharbeit

Schon zu Zeiten von W. Duke-Elder (1935) war bekannt, dass Kinder zu sehr auf Naharbeit fokussiert werden: „The régime of modern schools imposes far too much application to books upon young children at an age when they require all their available vitality for physical growth and development.“ Nun sind es nicht mehr die Bücher, die vermehrt genutzt werden, sondern die digitalen Endgeräte, die die Kinder, Jugendlichen und Erwachsenen weltweit zu mehr Naharbeit leiten (Lagrèze; Schaeffel, 2017).

Die Naharbeit bei Kindern hängt vor allem mit dem durchgetakteten Schulsystem zusammen. Nachmittagsunterricht ist keine Seltenheit mehr, sondern die Regel. Nicht nur im asiatischen Raum, sondern auch im Europäischen. Schon die Kleinsten werden gefördert und gefordert. Die Ganztagsschulen und das Lernaufkommen sorgen dafür, dass die Kinder und Jugendlichen weniger Zeit im Freien verbringen. Dieser Aspekt wirkt sich zusätzlich negativ auf die Augen aus, da Tageslicht das Augenwachstum hemmen kann (Schaeffel, 2017).

Ein weiterer Punkt, der die Naharbeit verstärkt, ist die technische Fortschrittlichkeit. In den letzten Jahren haben sich immer mehr Schulen der Digitalisierung angepasst und entsprechend umgerüstet. PC´s, Tablets oder interaktive Tafeln lassen Kinder schon im Grundschulalter mit digitalen Medien in Berührung kommen. Oft geraten sie zu Hause beim Lernen und Spielen erneut mit Tablets oder Smartphones in Kontakt.

Daraus lässt sich schließen, dass eine Myopiezunahme durch dauerhafte Naharbeit, zu wenige Pausen und Regenerationsphasen hervorgerufen wird (Friedrich, 2017). Diese Schlussfolgerung wurde zusätzlich durch die ORINDA-Studie (Mutti et al., 2002), sowie durch Gwiazda et al. (2003) und Ip et al. (2008) gestützt: Naharbeit und geringe Arbeitsdistanzen von weniger als 30 cm (Bababekova et al., 2011; Hofmann, 2018) fördern die Myopieprogression. Zu den Symptomen von zu viel PC-Arbeit zählt das sogenannte „Computer Vision Syndrome“ (CVS).

Darunter versteht man eine Kombination aus Augen- und Sehproblemen, die aus der vermehrten Nutzung am PC entstehen. Aus einer amerikanischen Studie mit 2000 Kindern im Alter von 8-18 Jahren ging hervor, dass diese ca. 1,5 Stunden pro Tag den PC nutzen (Rideout; Foehr; Roberts, 2010).

Heutzutage ist bei Kindern und Jugendlichen nicht mehr nur ein PC am Arbeitsplatz zu finden, welcher eine Myopie begünstigen kann. Wie in Abbildung 1 zu erkennen ist, sind die Kinder multimedial ausgestattet. Dies bedeutet, dass ein PC, ein Buch zum Lernen und meist noch das Smartphone oder Tablet mit am Schreibtisch liegen. Dadurch müssen sich die Augen ständig verschiedenen Abständen anpassen.

Abbildung 1: Multimediale Naharbeitssituation (Benneker, 2018)

Aus diesem Grund ergeben sich erhöhte Anforderungen an die Akkommodation und Vergenz, da die Augen nicht für ständige Naharbeit ausgelegt sind (Cohn, 1867; Hofmann, 2018). Auch Saw et al´s. (2002) Studie mit 1005 Schulkindern aus Singapur im Alter von 5-9 Jahren belegt die Naharbeit als den häufigsten Umwelteinfluss für eine Myopieprogression.

Neben diesen Ursachen gibt es noch zwei weitere Entstehungsmöglichkeiten für eine Myopie bzw. Myopieprogression: Die Akkommodations- und/oder Vergenzstörungen (Friedrich, 2017). Darauf wird in Kapitel 4.1 nochmals näher eingegangen.

3.1.3 Verminderte Lichtexposition

Eine weitere Ursache liegt in der mangelnden Lichtexposition begründet. Wie schon in den Kapiteln 3.1.1 und 3.1.2 beschrieben, sind genügend Tageslicht und Aktivitäten, die nicht nur im Nahbereich stattfinden, unerlässlich, um die Myopieprogression zu verlangsamen.

In der Sydney-Myopia Study (SMS) von Rose et al. (2005) und der ORINDA Longitudinal Study of Myopia (Mutti et al., 1993), wurden 6- und 7-jährige Kinder aus Sydney mit gleichaltrigen Kindern aus Singapur, welche gebürtig aus China stammten, verglichen. In der ersten Gruppe waren nur 3% der Kinder myop, wohingegen in der zweiten Gruppe schon eine 29%-ige Myopierate festgestellt werden konnte. Dieses Ergebnis liegt in der Tatsache begründet, dass die Kinder aus Sydney viermal mehr Zeit im Freien verbrachten, als die Kinder aus Singapur. Ferner wurde in den Studien herausgefunden, dass die Kinder aus Singapur schon ab dem Alter von drei Jahren unterrichtet werden und somit längere Zeit in geschlossenen Räumen verbringen als die Kinder in Sydney (Mutti et al., 2002). Daher kommen diese beiden Studien, wie auch French et al. (2013) und Wu (2012) zu dem Schluss, dass weniger Naharbeit und mehr Zeit und Bewegung im Freien eine Myopieprogression verringern. Neben den ersten beiden Studien beschäftigten sich zusätzlich die Singapore Cohort Study of the Risk Factors for Myopia (SCORM) und die Avon Longitudinal Study of Parents and Children (ALSPAC) mit dem Zusammenhang der Myopieprogression und der verbrachten Zeit im Freien (Dirani et al., 2009; Guggenheim et al., 2012). Des Weiteren bestärken zahlreiche Veröffentlichungen die Ergebnisse der ROAM-Studie (Role of Outdoor Activity in Myopia), bei welcher es sich um eine 18-monatige Längsschnittstudie über das Augenlängenwachstum von kurzsichtigen und nicht kurzsichtigen Kindern handelt (Read et al., 2014, 2015, 2016).

In dieser Studie wurden 101 Kinder im Alter von 10 bis 15 Jahren inkludiert. Von diesen Kindern waren 41 myop und 60 emmetrop (rechtsichtig). Um ein eindeutiges Ergebnis zu erhalten, wurden die Kinder alle sechs Monate untersucht und die Achslänge der Augen vermessen. Dabei kam heraus, dass kurzsichtige Kinder sich signifikant weniger Tageslicht aussetzten, als die emmetropen Kinder. Letztlich kann gesagt werden, dass der Augapfel während der 18-monatigen

Studiendauer bei den Kindern, die täglich geringeren Lichtintensitäten ausgesetzt waren, im Durchschnitt um 0,1 mm länger wuchs, als bei Kindern, die moderaten bis hohen Lichtintensitäten ausgesetzt waren (entspricht einer Myopieprogression von ca. 0,3 dpt) (Read, 2017).

Auch die COMET-Studie stützt die Aussage der ROAM-Studie. Sie fand heraus, dass bei Kindern im durchschnittlichen Alter von zehn Jahren und einer durchschnittlichen Myopie von -2,50 dpt in den Wintermonaten eine Progression von 0,35 dpt gemessen wurde, wohingegen im Sommerhalbjahr nur 0,14 dpt bestimmt wurden. Wie bedeutsam die jahreszeitlich unterschiedliche Sonneneinstrahlung und somit Lichtmenge für den Menschen sind, zeigt sich an dessen Organismus, sowie an der Stabilität der Augenentwicklung (Lohrengel, 2017).

3.2 Vergleich „traditioneller“ und „neuer“ Medien (Nutzungsabstände, Handhabung)

Mitte des 15. Jahrhunderts erfand Gutenberg den Buchdruck. Seitdem hat sich in der medialen Welt einiges verändert. Heute, im 21. Jahrhundert, gibt es nicht mehr nur Bücher, Telefone und Briefe, die als „alte“ oder „analoge“ Medien bezeichnet werden, sondern durch die Digitalisierung ein breit gefächertes Sortiment an „neuen“ bzw. „digitalen“ Medien. Nachfolgend werden die Begriffe der „traditionellen“ und „neuen“ Medien definiert und miteinander in Beziehung gesetzt.

Traditionelle Medien

Ein Medium ist ein vermittelndes Element und bedeutet übersetzt „Mitte“ oder „das Mittlere“. Heutzutage gebraucht man dieses Wort für alle möglichen Kommunikationsmittel. Als Begriff für die Kommunikation mit technischen Geräten sind die Medien erst seit dem 20. Jahrhundert gebräuchlich. Mit dem Buchdruck im Jahre 1450 revolutionierten sich die Printmedien bis hin zur Neuzeit (https://www.seo-analyse.com/seo-lexikon/m/medien/, o.J.)

Die traditionellen Medien besitzen nur einen Weg der Informationsvermittlung und sind daher nicht interaktiv. Zudem sind sie, im Gegensatz zu den neuen Medien, an eine Zeit gebunden. Dies kommt daher, dass die Daten nur zum Zeitpunkt der Übertragung empfangen werden können. Handelte es sich bei dieser Art von Medien damals um die „neuen Medien“, zählen die Printmedien, wie Bücher oder Zeitschriften, das Radio und Satellitenfernsehen nun zu den traditionellen Medien. (Albrecht; Poqué, o.J., https://www.studienkreis.de/deutsch/neue-vs-traditionelle-medien/, o.J.). Die Entwicklung von traditionellen zu neuen Medien ist in Abbildung 2 erkennbar.

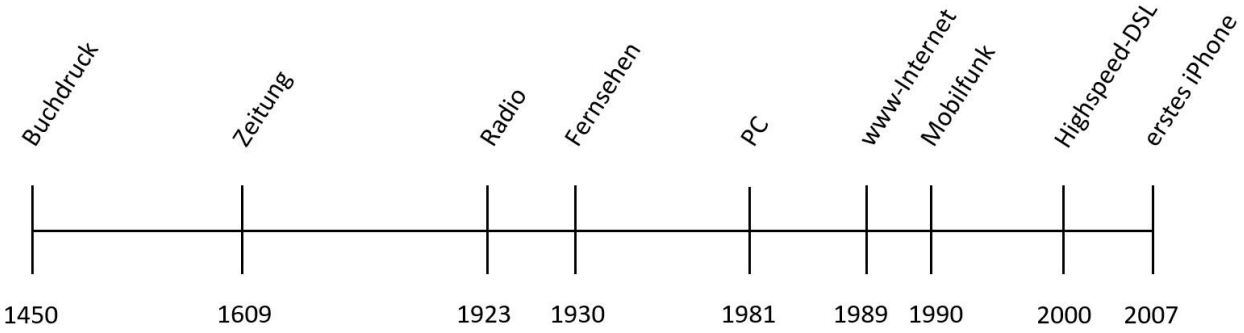


Abbildung 2: Zeitstrahl mit den einzelnen Etappen der Digitalisierung vom Buchdruck bis zum ersten iPhone (vgl. Hasebrook, 1995; Rosenblath, 2008)

Dennoch verlieren Bücher in Zeiten der Schnelllebigkeit und des Zeitmangels immer mehr ihre Funktion als Nachschlagewerke. Smartphones oder Tablets sind schneller zur Hand genommen als das Lexikon und daher bei der jüngeren Generation beliebter. Weiterhin werden mit den digitalen Endgeräten die Möglichkeiten des Austauschs, der Interaktionen, der Zusammenarbeit und der Wissenszugang erleichtert.

Neue Medien

Der Begriff digitale Endgeräte steht für alle stationären und mobilen, digitalen Endgeräte. Diese digitalen Endgeräte gibt es heutzutage in verschiedenen Ausführungen und Varianten (vgl. Friedrich et al., 2017).

Oftmals zeichnen sich die neuen Medien durch ihre Aktualität aus und grenzen sich so von den traditionellen Medien ab (https://www.seo-analyse.com/seo-lexikon/m/medien/, o.J.). Neue Medien sind selbstaktive Informationsträger. Daher sind sie in der Lage, gespeicherte Informationen teilweise selbst zu verwenden.

Zusätzlich sind neue Medien interaktiv und können sowohl Daten empfangen, als auch versenden. Ebenso sind sie ort- und zeitlos, vernetzt und multimedial (Albrecht; Poqué, o.J.). Bei den neuen Medien handelt es sich um das Fernsehen, PC´s und Internet, den Mobilfunk und DSL, sowie Smartphones mit Funktionen wie E-Mail, SMS oder MMS (vgl. Hasebrook, 1995). Merkmale der neuen Medien sind Digitalität, Vernetzung und Globalität. Neu sind vor allem die enormen Möglichkeiten der Kommunikation (Hüther, 2005). Aus diesem Grund ist es wichtig, die hohe Diversität in der Mediennutzung durch die mobilen und digitalen Endgeräte weiterhin zu intensivieren (Stark, 2013).

Neue Medien und ihr Einfluss im 21. Jahrhundert

Neue Medien vernetzen unsere Gesellschaft stärker als je zuvor. Sie gehören zu einem Lebenswandel, der als wichtiger Einflussfaktor der Myopie gilt. Damit ist vor allem der Lifestyle gemeint, der das Leben in der modernen, digital vernetzten Welt prägt. Verfügt man heutzutage nicht über ein digitales Endgerät, kann man am zeitgemäßen gesellschaftlichen Leben nicht teilnehmen. Davon abgesehen, dass gegenwärtig viele Berufe nicht mehr ohne Bildschirme und Displays möglich sind (Friedrich, 2017). Diese Erkenntnis spiegelt sich auch in den Ergebnissen zahlreicher Studien wider.

Laut einer Umfrage von Statista (2018) nutzen 95% der 14-29-jährigen in Deutschland ein Smartphone. Die Studie einer britischen Marketingagentur belegt, dass das Smartphone durchschnittlich 214 Mal am Tag zum Einsatz kommt. Auf die Woche gerechnet sind dies knapp 1500 Mal (Tecmark, 2014). Selbst im Vorschulalter werden die Smartphones im Durchschnitt bereits vier Stunden täglich genutzt (Blaser; Dash, 2017). Zu diesem Schluss kam auch „The Vision Council“ (2012/2013), der aufzeigt, dass in den Geburtsjahren von 1997-2014 23,6% der Kinder und Jugendlichen die digitalen Endgeräte mehr als drei Stunden am Tag nutzen. In Hinblick auf Kapitel 3 bedeutet dies, dass auch die Gefahr einer Myopie dadurch ansteigt.

Tabelle 2 zeigt den prozentualen Anteil der Menschen von 10-35 Jahren in Deutschland auf, die Informations-und Kommunikationstechnologien nutzen.

Tabelle 2: Prozentuale Nutzung privater Informations- und Kommunikationstechnologien (2014) von Personen ab 10 bis 35 Jahren in Deutschland (nach: Interdisziplinärer Optometrie, S. 366)

Geschlecht	**Prozentuale Nutzung von Informations-und Kommunikationstechnologien**		
	jeden Tag oder fast jeden Tag	mindestens einmal in der Woche	weniger als einmal die Woche
Insgesamt	82	13	5
Weiblich	79	15	6
Männlich	84	12	4

In Abbildung 3 sind die stationären, elektronischen Endgeräte aufgeführt, die sich nach Art und Verwendung in PC mit Bildschirm/Monitor oder in Laptop mit Bildschirm/Monitor, sowie in Geräte mit Display unterteilen lassen (Friedrich et al., 2017).

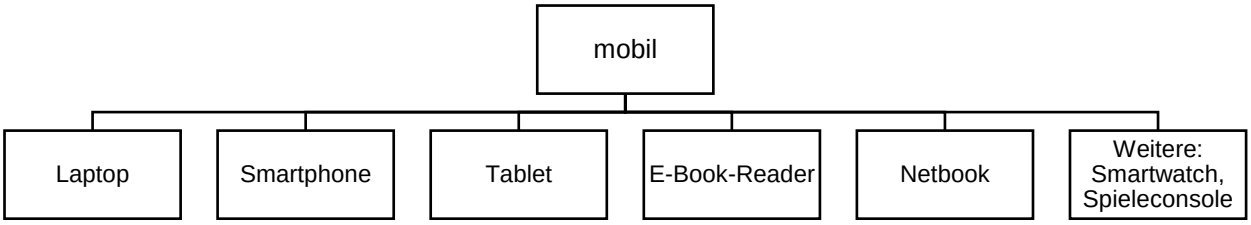
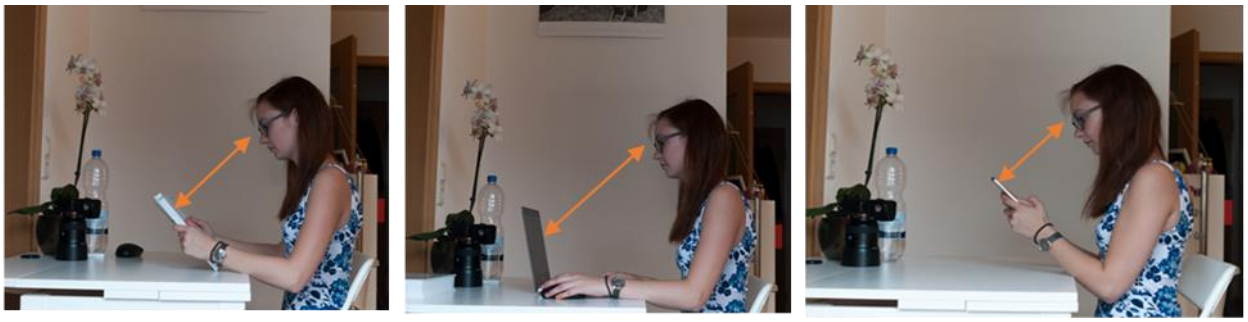


Abbildung 3: Einteilung mobiler, elektronischer Endgeräte (In Anlehnung an Friedrich et al., 2017)

Zudem gehört unser Lebenswandel berücksichtigt, da er ebenfalls als Einflussfaktor für eine Myopie gilt. Damit ist vor allem der Lifestyle gemeint, der das Leben in der modernen, digital vernetzten Welt prägt. Verfügt man heutzutage nicht über ein digitales Endgerät, kann man am zeitgemäßen gesellschaftlichen Leben nicht teilnehmen. Davon abgesehen, dass gegenwärtig viele Berufe nicht mehr ohne Bildschirme und Displays möglich sind und die Abstände von einem Buch über einen Laptop zum Smartphone variieren. Dies lässt Abbildung 4 gut erkennen (Friedrich, 2017).



Buch: 40 cm **Laptop: 50-70 cm** **Smartphone: 20-30 cm**

Abbildung 4: Arbeitsabstände bei einem Buch, Laptop und Smartphone in cm (Benneker, 2018, modifiziert nach Interdisziplinäre Optometrie)

Man sieht, dass das Buch in einer Entfernung von ca. 40 cm gehalten wird, der Laptop zwar in 50-70 cm, aber das Smartphone, Tablet oder der E-Book-Reader in nur 20-30 cm Entfernung. Paillé (2015) fand heraus, dass die Unterschiede zwischen den einzelnen Geräten signifikant waren. Maniwa et al. (2013) belegten diese Erkenntnis. Demnach kann, gesagt werden, dass je kleiner das Display eines digitalen Endgerätes, desto geringer der Nutzungsabstand, wie Tabelle 3 erkennen lässt.

Tabelle 3: Abstände der Augen zu digitalen Endgeräten und Büchern (nach Paillé, 2015, Interdisziplinäre Optometrie, S. 378)

Medium	Smartphone	Laptop	E-Book-Reader	Papier
Abstand Auge-digitales Endgerät und Auge-Papier	33,8 cm ± 5,1 cm	39,7 cm ± 6 cm	38 cm ± 6,5 cm	41,8 cm ± 9,6 cm (Erwachsene) 25 cm ± 3 cm (Kinder)

Die Nutzung eines Smartphones birgt zusätzlich zu den bereits erwähnten Nachteilen noch weitere Kehrseiten. So verändert sich beispielsweise die Kopfposition in ihrem Haltungswinkel immer stärker. Die weiteren Nachteile werden in Kapitel 4.2 nochmals detailliert beschrieben.

So wird auch in Tabelle 4 sichtbar, dass sich die Blickneigungen bei Tätigkeiten an Smartphone über Tablet und E-Book-Reader zum Papier deutlich unterscheiden. So neigt man bei einem Smartphone den Blick um 25,6°. Das sind ca. 5° mehr als bei einem Tablet oder E-Book-Reader und knapp 7° Unterschied zum Papier. Dies kann ebenfalls zu Belastungen des Rückens und der Wirbelsäule führen. Darauf wird in Kapitel 4.2 nochmals näher eingegangen.

Tabelle 4: Abhängigkeit der Blickneigung zum jeweiligen Medium (nach Paillé, 2015, Interdisziplinäre Optometrie, S. 378)

Medium	Smartphone	Tablet	E-Book-Reader	Papier (lesend)
Blickneigung	25,6° ± 7,2°	20,3° ± 7,7°	20,2° ± 7,2°	18,7° ± 6,1°

3.3 Bisherige und voraussichtliche Entwicklung der Myopie

Wie bereits ausführlich in Kapitel 3.1 beschrieben, kam es in den letzten Jahren mit den Neuerungen der Technik, dem erhöhten Leistungsdruck und der dadurch ansteigenden Naharbeit vermehrt zu Fällen von Myopie.

Im Jahr 2000 waren es noch ca. 1,4 Milliarden myope Menschen (das entsprach 22,9% der Weltbevölkerung) und ca. 163 Millionen Hochmyope (dies entsprach 2,7% der Weltbevölkerung). Das immer präsenter werdende Problem der Myopieprogression, welches sich bei vielen Betroffenen schon im Kindes- und Jugendlichenalter bemerkt macht, beschäftigt, wie einleitend erläutert, die Forschung weltweit (Holden et al., 2016). Wie bereits zu Beginn des Kapitels 0 erwähnt, merkte man schon recht früh, dass die Kurzsichtigkeit global zunimmt und vor allem bei den jungen Menschen zu beobachten ist (Matamoros; Saw; Williams, 2015).

In dem Artikel „Epidemiology of myopia“ fassen Foster und Jiang (2014) insgesamt 63 Studien zu dem Thema Myopieprävalenz- und Progression, Häufigkeit, Verbindungen, Risikofaktoren und die Auswirkungen von neuesten epidemiologischen Studien über Myopie, zusammen. Erwähnt werden 12- und 17-jährige australische Schüler, bei denen der jährliche Myopieanstieg bei 2,2% bzw. 4,1% lag. Bei den ostasiatischen Schülern im gleichen Alter lag diese Rate bei 6,9% sowie bei 7,3%. Dieser Anteil war im Vergleich zu europäischen Schülern höher,

da bei diesen eine Prozentzahl von 1,3% und 2,9% festgestellt wurde. Im Jahr 2000 fasste die Acta Ophthalmica Scandinavica die Myopiefälle von Kindern und Jugendlichen von 1954-1998 tabellarisch zusammen. Diese Tabelle findet sich im Anhang wieder.

Auch Conrad (2017) fasst in seinem Artikel mehrere Studien zusammen und kommt zu dem Ergebnis, dass sich die Prävalenz der Myopie bis zum Jahr 2050 auf ca. 5 Milliarden Myope (dies entspräche dann 49,8% der Weltbevölkerung und somit jedem 2. Menschen) und ca. 1 Milliarde hochmyope Menschen (entspricht 9,8% der Weltbevölkerung) belaufen wird. Weiterhin gibt die Weltgesundheitsorganisation (WHO) unter deren Mitgliedern sich ebenfalls das Brien Holden Vision Institute befindet, eine Prognose bis zum Jahr 2050 ab. Diese ist in Tabelle 5 zu erkennen ist und deckt sich mit den Prognosen von Conrad (2017).

Tabelle 5: Gegenüberstellung Myopieprognosen der Weltbevölkerung von den Jahren 2000 und 2050 (WVAO, 2017)

	2000	**2050**
Myopie	1,4 Milliarden	4,758 Milliarden
	22,9% der Weltbevölkerung	49,8% der Weltbevölkerung
Hochgradige Myopie	163 Milliarden	938 Milliarden
	2,7% der Weltbevölkerung	9,8% der Weltbevölkerung

In Abbildung 5 sind die gesamten Prozentsätze der Jahre 2000 bis 2050 aufgelistet. Die prozentuale Anzahl der Menschen mit Myopie und hoher Myopie (hellblaue bzw. dunkelblaue Balken). Sowohl die Anzahl der myopen als auch hochmyopen Menschen kontinuierlich an.

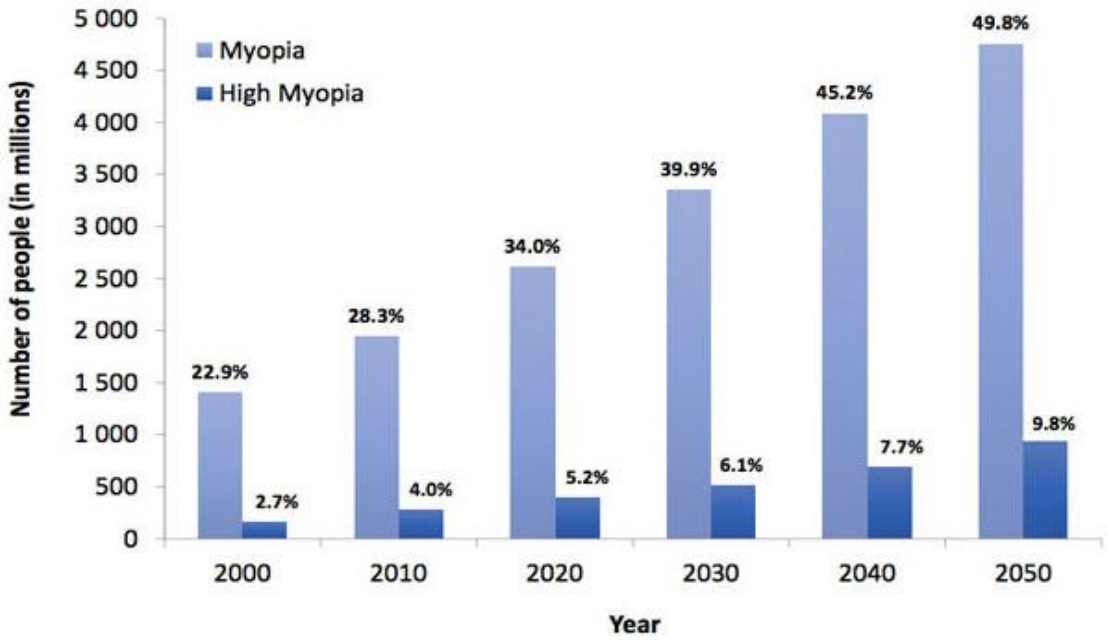


Abbildung 5: Anzahl myoper und hochmyoper Menschen in den Jahren von 2000-2050 (WVAO, 2017)

Ein weiterer Unterschied liegt in der Industrialisierung begründet. Sind Länder schon länger industrialisiert oder handelt es sich bei der Nation noch um Naturvölker, steigt die Myopie weniger stark an oder existiert wie z.B. in Nepal bzw. im Amazonasgebiet nicht (vgl. Garner et al., 1999; Thorn et al., 1998). Im Jahr 2010 lag die Myopie in Zentraleuropa bei 27,1% und soll im Jahr 2020 schon bei 34,6% liegen (Holden et al., 2016). Für Deutschland gibt es derzeit noch keine vorliegenden Daten. Im Jahr 1972 waren in den USA 25% der Bevölkerung kurzsichtig, wohingegen der Anteil der Myopen (-3,00 bis -8,00 dpt) im Jahr 2009 bereits auf 42% angestiegen ist (Vitale et al., 2009). Im asiatischen Raum erkennt man im Gegensatz zu den USA, eine größere Myopiezunahme. Vergleicht man die Jahre 1983 und 2004 in Taiwan, liegt die Zahl der 15-jährigen Myopen bei 64% und 81% (Lin et al., 2004).

Abbildung 6 veranschaulicht die unterschiedlichen Myopieraten in der Zeit von 1988-2011. In Südfrika und Chile lagen die Myopieraten eher niedrig bei 10 bzw. 12%. Auch im Iran lag der Prozentsatz mit 8% am niedrigsten. Bewegt man sich nun nach Großbritannien, lässt sich ein Myopieanstieg auf 23% erkennen. Australien lag mit 31% im Mittelfeld, wobei in den USA und China Prozentsätze von 42% bzw. 47% auftraten. Im asiatischen Raum lagen die Myopieraten mit 53% in Singapur und 62% in Hongkong am höchsten.

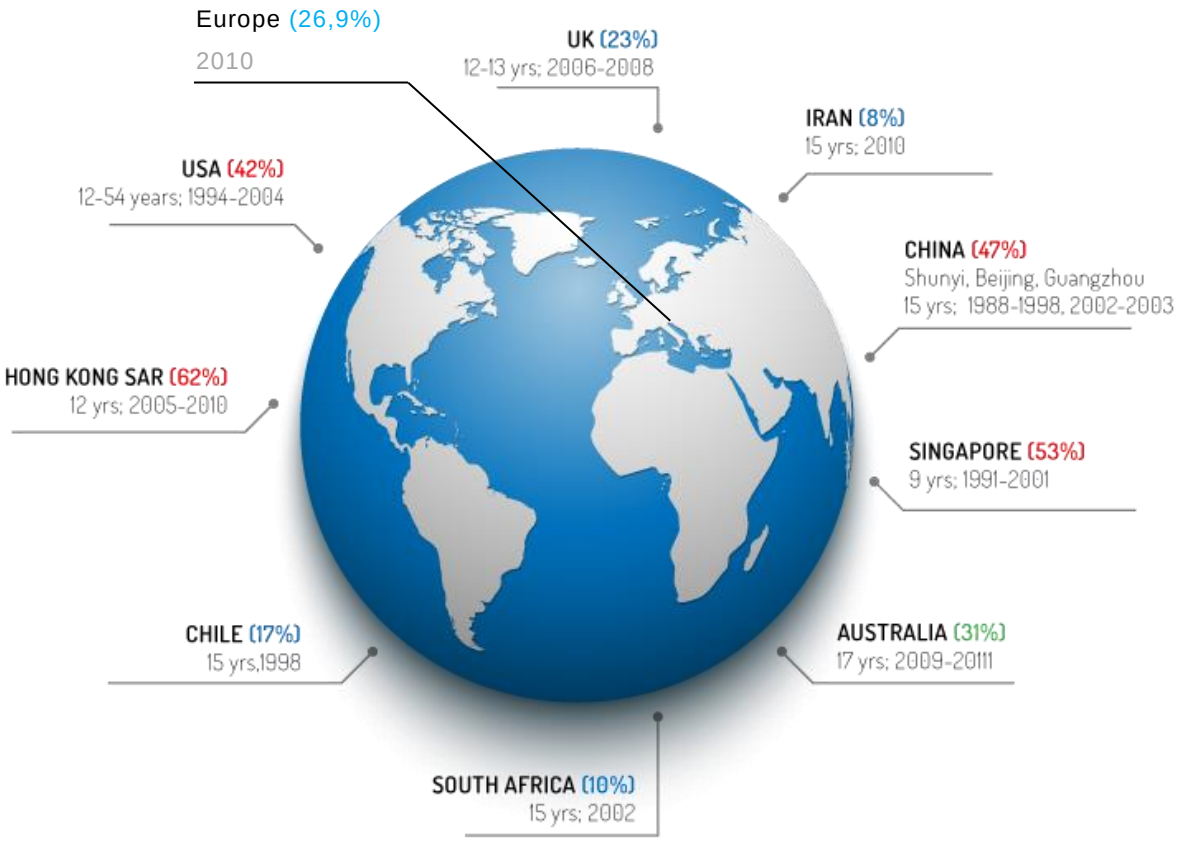


Abbildung 6: Myopieraten von 1988-2011 weltweit (Brien Holden Vision Institute, o.J.)

Die großen Prävalenzunterschiede kommen einerseits durch die differenzierte Kultur und Ethnizität, den Lebenswandel, das Alter, vor allem aber durch die Bildungsdiskrepanzen, zustande (Lohrengel, 2017). Diese Variationen werden in Kapitel 3.1 sowie in Kapitel 3.5 nochmals erklärt.

3.4 Betroffene Zielgruppen und deren Erstkontakt mit digitalen Endgeräten

Abbildung 7: Nutzung modernster Kommunikationstechnik in Form von digitalen Endgeräten in allen Altersklassen (Fotalia) (Friedrich, 2016)

Wie in den vorangegangenen Kapiteln 3.2 und 3.3 bereits beschrieben, kommen schon die Kleinsten unter uns mit digitalen Endgeräten in Verbindung. Der Anteil der Kinder im Alter von nur zwei bis vier Jahren, die schon bis zu 30 Minuten mit den Smartphones und Tablets ihrer Eltern spielen, ist mit 75% sehr hoch (BLIKK Medien-Studie, 2016; Stein, 2015). Aus diesem Grund wird der Umgang mit digitalen Endgeräten immer früher erlernt. Oftmals geschieht dies bevor sie sprechen, laufen oder lesen können (Friedrich, 2017).

In der BLIKK-Studie (Bewältigung, Lernverhalten, Intelligenz, Kompetenz, Kommunikation) von 2016 hat man bei 5573 Kindern die Daten einer Vorsorgeuntersuchung ausgewertet. Zusätzlich dazu befragte man die Kinder und ihre Eltern nach der täglichen Nutzungsdauer digitaler Medien und Endgeräte (von dem Hagen, 2017). Im Jahr 2015 waren zudem 50% der 8-jährigen in Deutschland regelmäßig online (Lagrèze, 2015). Insgesamt nutzten 87% der Bevölkerung ab zehn Jahren in Deutschland im Jahr 2017 das Internet. Dies entsprach etwa 64,5 Millionen Menschen (Statistisches Bundesamt, 2017).

Dass die Nutzung digitaler Endgeräte vor keiner Altersgruppe halt macht, lässt Abbildung 7 gut erkennen. Die als „Millenials“ bezeichnete Generation, die in den Jahren 1981 bis 1996 geboren wurde, verbringt täglich bis zu neun Stunden an digitalen Geräten. Bei den Kindern und Jugendlichen, die in den Jahren zwischen 1997 bis 2014 geboren wurden, beschäftigt sich eins von vier Kindern mehr als drei Stunden täglich mit den digitalen Geräten.

Je früher die Kinder mit den digitalen Endgeräten in Kontakt kommen, desto früher kann sich auch eine hohe Kurzsichtigkeit entwickeln. Dies erkennt man meist im Alter von ca. 20 Jahren, wenn sich die Myopie manifestiert hat. Nachdem aber Pfeiffer (2015) erklärte, dass auch der Bildungsstand bei dem Anpassungsprozess eine Rolle spielt, ist dieser nicht mehr unbedingt mit 18-20 Jahren abgeschlossen. Der Schul- und Berufsausbildungseinfluss auf die Entwicklung einer Myopie ist viel größer, als alle genetischen Faktoren zusammen. Darauf wird in Kapitel 3.5 nochmals eingegangen.

Kinder mit ca. sechs Jahren sind meist noch emmetrop (rechtsichtig) oder leicht hyperop (weitsichtig). Wie bereits in Kapitel 3.1.2 erwähnt, nennt man eine Myopie, die sich vor allem in dem Alter zwischen 6-15 Jahren entwickelt, Schulmyopie, da sie oft nach dem Schulbeginn auftritt. Diese Form der Myopie erreicht im Erwachsenenalter Durchschnittswerte von -3,00 bis -6,00 dpt (Kaymak, 2017).

Bei siebenjährigen Kindern steigt die Myopie um 0,89 dpt pro Jahr, wohingegen es bei einem 14-jährigen Kind nur 0,28 dpt sind (Lohrengel, 2017). Genau in dieser Entwicklungsphase sind die Kinder kaum von ihren Smartphones zu entziehen, daher ist es gerade in diesem Alter sehr wichtig, eine Myopie am Fortschreiten zu hindern (Stein, 2015).

Schon (1996) erklärten Saw et al., dass die Kinder im Alter von sechs bis vierzehn Jahren am anfälligsten für eine Myopie sind. Anlehnend an den einleitenden Satz des Abschnitts kamen Zadnik et al. (2015) zu dem Schluss, dass eine sich mit nur 0,50 dpt manifestierende Hyperopie im Alter von 6-7 Jahren den größten Risikofaktor für eine zukünftige Myopie bildet. Wird man schon in frühen Jahren myop (ab sieben Jahren), kann eine Myopie mit bis zu 1,00 dpt fortschreiten. Wird man erst im Alter von elf bis zwölf Jahren kurzsichtig, halbiert sich der jährliche Wert auf 0,50 dpt. Die kindliche Myopieprogression ist die meist verbreitetste Form der

Myopieprogression und hat ihren Höhepunkt in der Grundschulzeit und setzt sich über die Teenagerjahre fort (Donovan et al., 2012).

In Abbildung 8 ist erkennbar, dass sich die jährliche Zunahme der Myopie im Alter von 7-15 Jahren vermindert. Liegt die Myopie noch im Alter von sieben Jahren bei -0,89 dpt, geht sie auf nur noch -0,19 dpt im Alter von 15 Jahren zurück. Kinder im Alter von 6-10 Jahren besitzen ein erhöhtes Risiko, myop zu werden, also zu Schulbeginn. Gehen sie auf ein Alter von 11-20 Jahren zu, pendelt sich das Augenlängenwachstum und somit die Myopie immer mehr ein. Jedoch gibt es durch die Bildungsangebote und die vermehrte Naharbeit immer mehr Fälle, bei denen die Myopie auch bis Mitte 20 noch ansteigt (Matamoros et al., 2015; Williams et al., 2015).

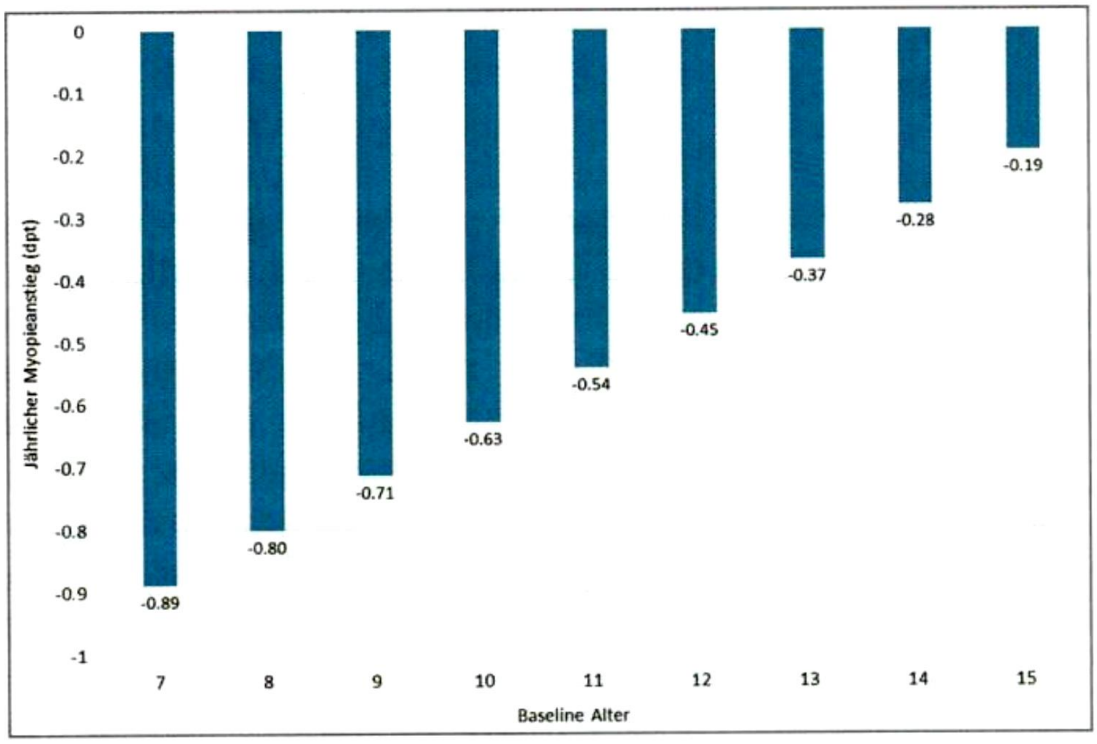


Abbildung 8: Jährlicher Myopieanstieg in Abhängigkeit vom Alter (Sankaridurg; Holden, 2014)

Daher führte die Regierung Taiwan´s 2015 ein Gesetz ein, dass Kindern unter zwei Jahren verbot, elektronische Geräte zu nutzen. Zudem sollte es Kinder unter 18 Jahren davon abhalten, elektronische Geräte konstant und damit in einer nicht angemessenen Zeit zu nutzen (Philips, 2015). In Singapur setzte man sich dafür ein, dass sich Kinder mehr im Freien aufhalten und weniger Zeit mit Videospielen oder ihren Smartphones verbringen (Dolgin, 2015).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eine Zielgruppe von Kindern und Jugendlichen im Alter von 6-18 Jahren das größte Risiko besitzen, eine Myopie oder hochgradige Myopie zu entwickeln. In diesem Alter, am meisten jedoch für die Zielgruppe zu Schulbeginn, ist es besonders wichtig, eine geeignete Behandlung und frühzeitige Erkennung zu finden. Generell ist die Gruppe der Smartphonenutzer kaum noch auf ein bestimmtes Alter einzuschränken, da schon kleine Kinder von zwei Jahren mit den Smartphones ihrer Eltern in Berührung kommen und dieses Alter auch weit über die 65 Jahre hinausgeht. Letztlich sollte ein geeignetes Maß der Nutzung digitaler Endgeräte für die Altersgruppe von 6-18 Jahren gefunden werden, um eine Myopie nicht weiter zu begünstigen.

3.5 Globale Zusammenhänge und Unterschiede der Bildungsschichten

Ethnischer Zusammenhang

Dass es bei der Myopieprogression globale Zusammenhänge gibt, wurde bereits in Kapitel 3.3 herausgearbeitet. Dabei sind wesentliche Unterschiede zwischen verschiedenen ethnischen Gruppen zu finden. Im Einklang ihrer Ergebnisse deuten die Studien daraufhin, dass die Ethnizität einen stärkeren Einfluss auf die Myopieprogression hat, als der geographische Wohnort oder die genetischen Faktoren (Pfeiffer, 2015; Ip et al., 2007). Tabelle 6 lässt deutlich werden, inwieweit die Myopie auch in den verschiedenen Ländern der Erde voranschreitet.

Tabelle 6: Myopieprävalenzen (%) für die Jahre 2000 bis 2050 (Holden et al., 2016) (verfügbar unter: www.aaojournal.org)

	Prävalenzen (%) in fünf Dekaden					
Region	**2000**	**2010**	**2020**	**2030**	**2040**	**2050**
Asien-Pazifik, hohes Einkommen	46.1	48.8	53.4	58.0	62.5	66.4
Zentralafrika	5.1	7.0	9.8	14.1	20.4	27.9
Zentralasien	11.2	17.0	24.3	32.9	41.1	47.4
Zentraleuropa	**20.5**	**27.1**	**34.6**	**41.8**	**48.9**	**54.1**
Zentral Lateinamerika	22.1	27.3	34.2	41.6	48.9	54.9
Ostafrika	3.2	4.9	8.4	12.3	17.1	22.7
Ostasien	38.8	47.0	51.6	56.9	61.4	65.3
Osteuropa	**18.0**	**25.0**	**32.2**	**38.9**	**45.9**	**50.4**
Nordafrika und mittlerer Osten	14.6	23.3	30.5	38.8	46.3	52.2
Südasien	14.4	20.2	28.6	38.0	46.2	53.0
Südostasien	33.8	39.3	46.1	52.4	57.6	62.0
Südafrika	5.1	8.0	12.1	17.5	23.4	30.2
Tropisches Lateinamerika	14.5	20.1	27.7	35.9	43.9	50.7
Westafrika	5.2	7.0	9.6	13.6	19.7	26.8
Westeuropa	**21.9**	**28.5**	**36.7**	**44.5**	**51.0**	**56.2**
Global	22.9	28.3	33.9	39.9	45.2	49.8

Die detaillierte Tabelle besteht aus dem Gesamtergebnis von 145 Studien. In allen 16 Kategorien, die sich aus den verschiedenen Kontinenten zusammensetzen, steigt die Kurzsichtigkeit kontinuierlich an. Global gerechnet sieht man daher einen prozentualen Anstieg von 22,9 auf 49,8%. Die größte Veränderung lässt sich zwischen Ostafrika und Pazifikasien feststellen. Gibt es in Ostafrika im Jahr 2000 lediglich 3,2% Myope, so sind es in Pazifikasien schon 46,1%. Dies soll im Jahr 2050 auf voraussichtlich 22,7% in Ostafrika und 66,4% in Pazifikasien ansteigen. Schaut man nun von Osteuropa über Zentraleuropa nach Westeuropa, lassen sich

auch dort Unterschiede in der Myopierate ausmachen. Ost-und Zentraleuropa weisen nur kleine Unterschiede auf, steigern sich aber in den Jahren von 2000 über 2030 bis zum Jahr 2050 kontinuierlich. In Osteuropa liegt die Prävalenz im Jahr 2000 bei 18% und soll in den Jahren 2030 und 2050 auf 38,9% bzw. 50,4% ansteigen. Auch von Zentral- nach Westeuropa gibt es nur kleine Abweichungen, die meist bei ca. 2% liegen. In ganz Europa liegt die Myopieprävalenz also zu Beginn der 2000er im Mittel bei 20,13% und soll bis zum Jahr 2050 bei 53,56% liegen.

Ferner ist die Abweichung von Ost-, Süd- und Westafrika, sowie von Ostasien zum global gesehen Anteil am größten. Dort weichen die Zahlen teilweise um bis zu 19% ab. Das liegt daran, wie gut bzw. schlecht die Länder entwickelt sind. Daran anknüpfend erkennt man in Südost- und Pazifikasien die größten Myopieanstiege, da diese Länder zu den besser entwickelten zählen. Wiederum dazu findet man trotz desselben Kontinents in Zentral- und Südasien eine geringere Myopierate vor. Grund dafür ist, wie bereits genannt, die Entwicklung, Bildung und Lebensumstände der verschiedenen Regionen.

Die WHO und einige internationale Institutionen haben sich im Jahr 2016 intensiv dem Thema der voranschreitenden Myopie gewidmet. Anlass waren die Zahlen der Verbreitung von myopen Kindern und Jugendlichen weltweit. Vor allem in Asien zeigte sich in den letzten Jahrzehnten ein Anstieg von 23%. Der Anteil der 15-jährigen Kurzsichtigen lag bei 69%, in Singapur lag die Zahl bei 85%. Gegensätzlich dazu liegt der Anteil kurzsichtiger Menschen am anderen Ende der Welt, in Afrika, bei nur 5%. Aber auch in Europa hat die Anzahl zugenommen. Dort sind 20-40% der Kinder und Jugendlichen myop, davon hat Deutschland einen Anteil von 26,5% (Blaser, 2017).

Zudem hat jeder fünfte Siebenjährige in Singapur bereits eine hochgradige Myopie von mehr als sechs Dioptrien (DOZ, 2017). Um das Gebiet der Augengesundheit zu erforschen, führte das E^3-Konsortium (European Eye Epidemiology) eine umfangreiche Studie durch. Dabei ergab sich folgendes Ergebnis: Kurzsichtigkeit macht mit ca. 227,2 Mio. Menschen in Europa (gemäß Bevölkerungsschätzung 2010) die häufigste Form der Fehlsichtigkeit aus. Katie Williams

sagte dazu in einer Mitteilung über ein Forschungsprojekt des King´s College London 2015: „Es war immer schon bewusst, dass sich in gewissen Teilen der Welt die Myopie verbreitet, es ist dennoch interessant, dass sich in Europa gleiche Muster wie in Asien abzeichnen“ (Cavanagh, 2016). Die selbe Myopiezunahme wurde auch in den USA beobachtet. Dort wird vermutet, dass die Myopierate von 25% im Jahr 1970 auf 40% heutzutage angestiegen ist (Vitale et al., 2009; Williams et al., 2015).

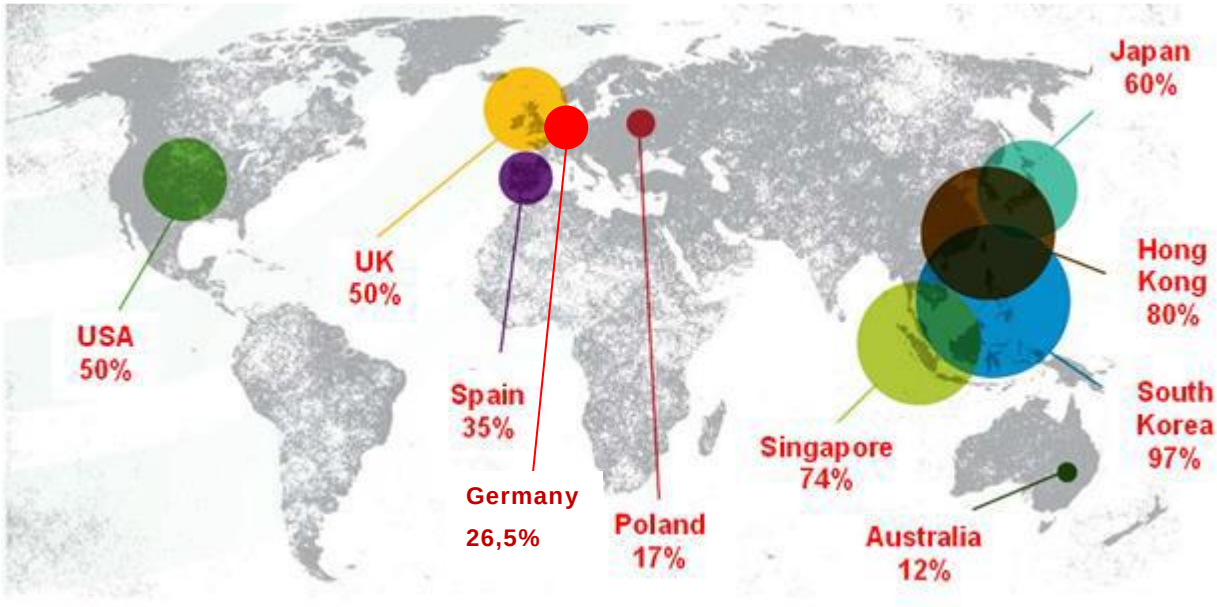


Abbildung 9: Myopieraten Jugendlicher weltweit (Gallagher, 2013; Blaser, 2017; modifiziert Benneker, 2018)

Abbildung 9 verdeutlich nochmals die Myopieraten der Jugendlichen weltweit. In der Altersgruppe der 15-25-jährigen ist eine durchschnittliche Myopierate von 73% der chinesischen Bevölkerung, Singapur und Taiwan festgestellt worden.

In den USA lag der Anteil der jungen Erwachsenen mit Myopie bei ca. 50% (Gallagher, 2013). Diese Zahlen beinhalten den Vergleich mit ethnischen Gruppen. Die ethnischen Gruppen heller Hautfarbe besaßen ein etwas höheres Myopievorkommen, als Afroamerikaner oder Bevölkerungsgruppen mexikanischer Abstammung (Jones; Lünsmann, 2013).

Bei den europäischen Ländern ist ein geringer Anteil von durchschnittlich 30% gemessen worden. Eine Ausnahme machten Deutschland, Schweden und Dänemark, da in diesen Ländern der Anteil der Kurzsichtigen bei 40-50% lag. Nach

aktuellen Erkenntnissen von Pascal Blaser (2017) lag der Anteil in Deutschland bei 26,5%.

Betrachtet man sich nun den afrikanischen Kontinent, ist erkennbar, dass dort die Myopierate deutlich niedriger liegt, als auf dem europäischen oder asiatischen Kontinent. In Marokko und Südafrika lag der Anteil bei nur 10%. Mit einem ähnlichen Prozentsatz lag auch Australien hinter Europa und Asien (Jones; Lünsmann, 2013).

Die Veränderung des Myopiebeginns in Taiwan in den letzten 35 Jahren lässt sich Abbildung 10 entnehmen. Dies ist daher wichtig, da auch in Europa die Kinder, die eine Myopie entwickeln, immer jünger werden.

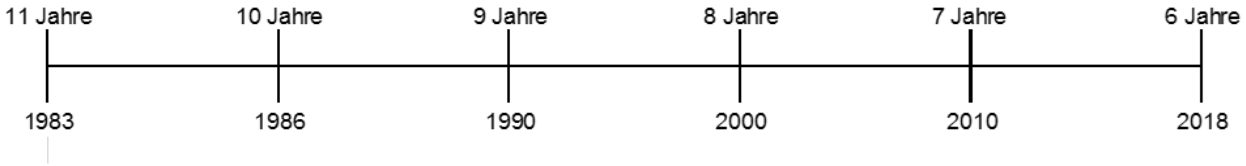


Abbildung 10: Entwicklung des Myopiebeginns in Taiwan in verschiedenen Perioden (Lin et al., 2004)

Je weiter man Richtung der 2000er rückt, desto mehr verschiebt sich das Alter, ab welchem man kurzsichtig wird nach vorne. Startete man 1983 noch mit elf Jahren, waren die Kinder Jahr 2000 bei Feststellung der Myopien nur noch acht Jahre alt. Heute, im Jahr 2018 liegt das Alter, in dem eine Myopie beginnt, im Schulalter von 6-7 Jahren.

Gerade Asien ist extrem von Kurzsichtigkeit betroffen. Grund dafür sind folgende Faktoren: In China und Südkorea beginnen die Kinder schon sehr früh mit dem Lernen. Dabei machen sie vor- und nachmittags viel Naharbeit. Daraus resultiert weniger Zeit für das Spielen im Freien. Letztlich kommen die Kinder schon sehr früh mit Smartphones und Tablets in Berührung, da uns diese Länder mit der Unterhaltungselektronik weit voraus sind (Pfeiffer, 2015).

Die Gutenberg-Gesundheitsstudie beschäftigte sich im Jahr 2014 in Deutschland mit dem Zusammenhang zwischen Bildungsstand und Myopie. Tabelle 7 zeigt diesen Zusammenhang auf: nur knapp 24% der Deutschen ohne Ausbildung oder einer höheren Schulbildung sind demnach kurzsichtig. Von den Personen mit Abitur oder Berufsschulabschluss lag die Prävalenz zur Kurzsichtigkeit bei 35% und

bei den Teilnehmern mit einem Hochschulabschluss stieg diese schon auf 53% an (Mirshahi et al., 2014).

Tabelle 7: Prävalenz der Kurzsichtigkeit der Deutschen im Zusammenhang mit dem Bildungsstand (Cavanagh, 2016)

Bildungsstand	Prävalenz der Kurzsichtigkeit
Kein Abitur oder keine vergleichbare Ausbildung	24%
Abitur oder Berufsschulabschluss	35%
Hochschulabschluss	53%

Dieser Sachverhalt ist unabhängig von der Herkunft der Person (Cavanagh, 2016). Zudem ließen Verhoeven und Buitendijk (2013) verlauten, dass die Bildung die Risikofaktoren für eine Myopie beeinflusst. Personen mit einem Hochschulabschluss haben laut der E^3-Studie mit mehr als 60.000 Menschen eine doppelt so hohe Myopierate wie Personen, die nach der Hauptschule schon ihre Schulbildung beendet haben (Williams et al., 2015).

Pfeiffer (2015) erklärte gegenüber der Welt, dass in dem Fortschreitungsprozess der Myopie jedes einzelne Bildungsjahr zählt. Zuvor ging man davon aus, der Anpassungsprozess der Augen wäre mit 18-20 Jahren abgeschlossen. Die Ergebnisse seiner Studie zeigen aber, dass der Studienabschluss eine wesentliche Rolle spielt. Im Unterschied zu den genetischen Faktoren ist der Einfluss der Schul- und Berufsausbildung auf die Ausprägung einer Myopie viel größer. Unabhängig vom Lebensort lässt dies den Schluss zu, dass die Wahrscheinlichkeit myop zu werden umso höher ist, je höher das Bildungsniveau ist. Da sich auch der Lebensstil bzw. die Lebensart aus dem Bildungsniveau ergibt, sollte man nicht nur den Bildungsstand, sondern auch den Lebensstil bzw. die Lebensart als Einflussfaktor für eine Myopie berücksichtigen. Damit ist vor allem der Lebenswandel, der das Leben in der modernen, digital vernetzten Welt prägt, gemeint (Friedrich, 2017).

Naharbeit wurde als die wichtigste Ursache einer Myopie(progression) geäußert, jedoch sind die Zusammenhänge zwischen Naharbeit und Myopie nicht so stark wie die der Bildung und Myopie (Rose, 2016).

4 Folgen und Auswirkungen digitaler Endgeräte

In diesem Kapitel werden mögliche visuelle, orthopädische und sozioökonomische Folgen einer Myopie aufgezeigt, die sich aus der Nutzung digitaler Endgeräte ergeben können.

Um diese jeweiligen Risiken der Kinder und Jugendlichen ausfindig zu machen, wurden spezielle Fragebögen und Analysewebseiten erstellt. Diese können das Risiko einer Myopie identifizieren, indem die Eltern Fragen zur Geschichte der parentalen Myopie, Refraktionsfehler bei Geschwistern, Ethnizität, Lebensstil des Kindes oder Jugendlichen und dem Alter bei Myopiebeginn beantworten (Blaser; Dash, 2017).

Die BLIKK-Studie zeigte 2016 auf, dass schon Kleinstkinder mit digitalen Endgeräten und somit digitalen Medien in Berührung kommen. Wo sich die Grenzen der Nutzung befinden und welche Folgen es für Augen und Körper hat, wenn diese Überschritten werden, wird in den folgenden Kapiteln 4.1 und 4.2 verdeutlicht.

4.1 Visuelle Folgen

Je nach Größe und Handhabung des zu verwendenden elektronischen Gerätes, verändert sich der Abstand zu den Augen und das visuelle System muss sich neuen Sehanforderungen stellen (Friedrich et al., 2017). Zu den Anforderungen zählen die Akkommodation, Vergenz, und ein veränderter Blickwinkel. Die Beleuchtung, sowie der Kontrast fordern die Augen ebenfalls heraus.

Tabelle 8 zeigt die Situationen auf, in welchen es zu visuellen Beschwerden kommen kann. Die Ursachen sind vielfältig und gehen über Flüssigkeitsmangel und Akkommodationsstörungen bis hin zu einem veränderten sozialen Miteinander. Der Flüssigkeitsmangel äußert sich in trockenen Augen, Störungen der Lid-, Binde- und Hornhaut, in Myopisierung sowie in stressbedingten Symptomen (Friedrich, 2016).

Weiterhin kann es sein, dass man Probleme hat, kleine Texte auf Bildschirmen zu entziffern. Dies kann durch Spiegelungen oder zu kleine Schriften der Fall sein. Mit dieser Problematik riskiert man Augenleiden, die von unerwünscht bis hin zur

Arbeitsunfähigkeit reichen können. Diese als „Computer Vision Syndrome“ zusammengefassten Augenleiden äußern sich unter anderem in Augenschmerzen und -rötungen, sowie getrübter oder doppelter Sicht und Kopfschmerzen (Friedrich, 2016).

Tabelle 8: Ursachen und Symptome dauerhafter Nah- und Bildschirmarbeit (Friedrich, 2016)

Situation	Ursache	Symptome
Umweltbedingungen	geheizte, klimatisierte Räume zu geringe Flüssigkeitsaufnahme /Tag	Störungen der Lid-, Binde- und Hornhaut instabiler Tränenfilm, trockenes Auge
Dauerhafte Naharbeit & Bildschirmtätigkeit (beruflich und/oder privat)	statische Akkommodations- und -Vergenzeinstellung auf die Bildschirmebene	Störungen der Augenbewegung, Akkommodation und Vergenz Myopisierung
Soziale Kommunikation	verändertes soziales Miteinander im beruflichen & privaten Bereich	stressbedingte Symptome

Abbildung 11 zeigt die körperlichen und visuellen Beschwerden nach Nutzung digitaler Endgeräte. Mit 54% von insgesamt 70% der Befragten, machen Nacken und Schulterschmerzen den größten Faktor des Unwohlseins aus. Müde Augen liegen mit 51% im erhöhten Bereich des Unwohlseins. Trockene und juckende Augen liegen mit 29% bzw. 31% im mittleren Bereich des Unwohlseins. Im unteren Bereich der Beschwerden liegen rote-, schmerzende- und brennende Augen. Mit 16% bildet Schwindelgefühl den kleinsten Anteil der Beschwerden nach vermehrter Bildschirmnutzung (D´ Erceville, 2015).

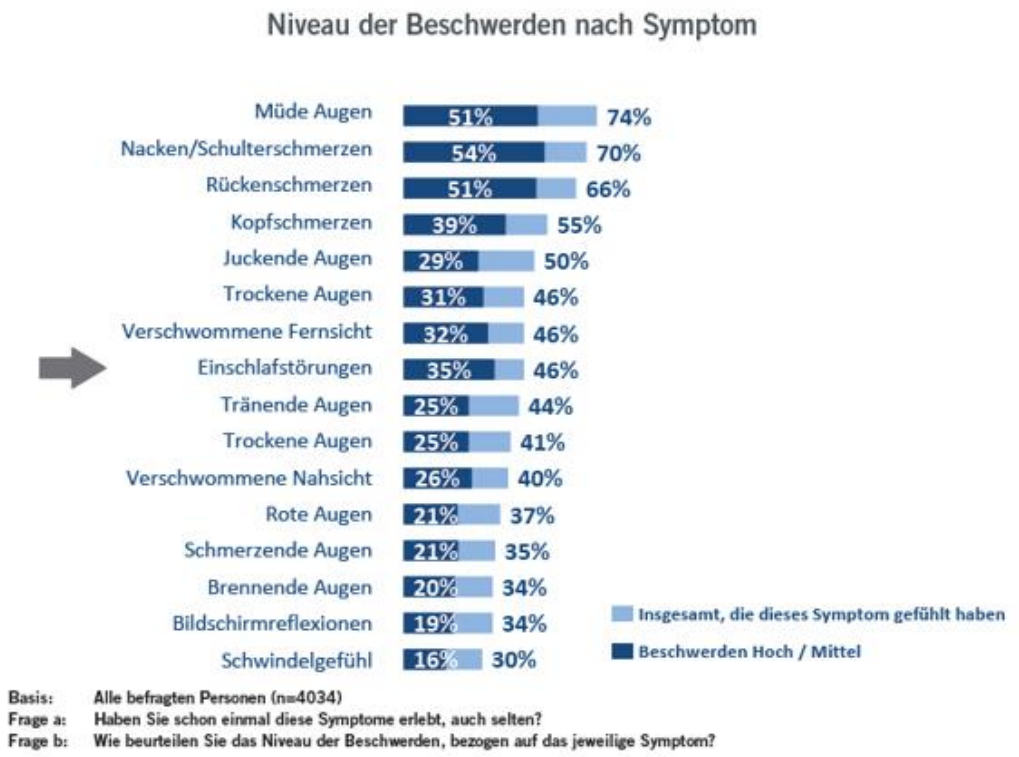


Abbildung 11: Auflistung der körperlichen und visuellen Beschwerden bei der Nutzung digitaler Endgeräte nach Symptom (D´Erceville, 2015)

Der Vision Council (USA) legte 2016 den Titel „Eyes overexposed: The Digital Device Dilemma“ für seinen Digital Eye Strain Report 2016 fest. Unter dem Begriff „Digital Eye Strain“ versteht man Augenbeschwerden und Diskomfort, welche nach zwei oder mehr Stunden am Bildschirm wahrgenommen werden können. Schon die Forscher Bergqvist (1989) und Degle (2005) wiesen Auswirkungen von Bildschirmarbeit auf das visuelle System nach. Auch viele Journale veröffentlichten in den letzten Jahren Berichte zu den gesundheitlichen Risiken von Naharbeit und digitalen Endgeräten auf das visuelle System.

Sheedy et al. fanden schon im Jahr 2003 heraus, dass mit vermehrter Naharbeit asthenopische Beschwerden einhergehen können. Diese können in externe und interne Symptome unterteilt werden. Die externen Symptome haben ihre Ursache in einem trockenen Auge und äußern sich in brennenden, irritierten, juckenden und entzündeten, trockenen oder tränenden Augen. Die internen Symptome wie Doppelbilder, Lichtempfindlichkeit, Verschwommensehen, sowie Fremdkörpergefühl, Augenschmerzen, Augenermüdung und Unwohlsein rühren aus refraktiven-, akkommodativen- oder Vergenzanomalien.

In Tabelle 9 sind diese Symptomkategorien und die dazugehörigen Symptome aufgezählt. So unterscheidet man visuelle, muskoskelettale und asthenopische Beschwerden. Zu diesen zählen dann Symptome wie verschwommenes Sehen in der Nähe, Doppelbilder, Nacken-, Schulter- und Rückenschmerzen, Kopfschmerzen sowie trockene Augen (Sheedy, 2014). Um diesen Beschwerden vorzubeugen, sollte man regelmäßige Pausen einlegen und einen auf seine anatomischen Verhältnisse korrekt eingestellten Arbeitsplatz haben (Kozeis, 2009), da man sich selbst weit über den Feierabend hinaus noch mit den digitalen Endgräten und Medien beschäftigt (Degle, 2015).

Tabelle 9: Symptomkategorien und ihre dazugehörigen Symptome (Sheedy, 2014)

Symptomkategorie	Symptome
visuelle Symptome	- Verschwommenes Sehen in der Nähe - Nachträgliche Arbeitsunschärfe in der Ferne - Trägheit bei der Fokussierung - Doppelbilder
muskoskelettale Symptome	- Nacken- und Schulterschmerzen - Rückenschmerzen - Wunde Handgelenke (Sehnenscheidenentzündung)
asthenopische Beschwerden	- Kopfschmerzen - Augenschmerzen - Müde Augen - Trockene Augen - Blendempfindlichkeit

Zusätzlich zu den vorher genannten Symptomen können auch weitere gesundheitliche Risiken auftreten. Diese äußern sich oft nach der Nutzung der digitalen Endgeräte, da blau-violettes Licht von den Monitoren und Displays ausgestrahlt wird und die Augen schädigen oder beispielsweise Schlafstörungen hervorrufen kann (Friedrich, 2017).

Tabelle 10: Veränderungen der Sehbedingungen und Sehverhaltens bei natürlichem und digitalen Sehen (nach Degle, 2005; Friedrich, 2017)

Natürliches Sehen	Digitales Sehen: Sehen an Bildschirmen, Displays, Tablets, Smartphones, etc.
Augen in ständiger Bewegung	Monotonie der Augenbewegungen
Fixationswechsel zwischen allen Entfernungen	wenige oder keine Fixationswechsel zwischen verschiedenen Entfernungen
Blickwechsel zwischen allen Entfernungen	weniger oder keine Blickwechsel zwischen verschiedenen Entfernungen
unterschiedliche Objektgrößen	häufig verkleinerte Darstellungen
verschiedene Umgebungssituationen	oft lange gleiche Umgebungssituation (Büro)
natürliche Kopf- und Blickneigung	stärkere Kopf- und Blickneigung
selten reine Naharbeit: geringe Nutzung von Akkomodation und Vergenz	dauerhafte Naharbeit: ständige Nutzung von Akkommodation und Vergenz
→ dynamisches Sehen	**→ statisches Sehen**

In Tabelle 10 sind die Unterschiede bzw. Veränderungen der Sehbedingungen zwischen dem natürlichen und digitalen Sehen aufgeführt. Das visuelle System ist evolutionsbedingt nicht für eine solch lange Zeit mit Naharbeit ausgelegt, sondern vorrangig für die Fernsicht. In der heutigen Zeit ist das Sehverhalten genau umgekehrt- die Sehanforderungen sind weniger in der Ferne, verlagern sich aber

durch die Tätigkeit an Bildschirmen mehr in die Nähe (Friedrich, 2017). Die Fixationswechsel zwischen verschiedenen Entfernungen werden weniger oder ganz eingestellt. Dadurch entwickelt sich das natürliche, dynamische Sehen zu einem digitalen, statischen Sehen. Man hat verkleinerte Darstellungen, oft eine gleiche Umgebungssituation und deshalb eine stärkere Kopf- und Blickneigung (siehe Kapitel 4.2).

Nicht nur solche Beschwerden lassen die Betroffenen eine Verschlechterung der Sicht wahrnehmen, sondern vor allen Dingen die Sekundärerkrankungen, die durch eine hohe Myopie begünstigt werden. Unter den Sekundärerkrankungen versteht man die in Kapitel 1.1 genannten Erkrankungen (Vitale et al., 2009). Je stärker die Kurzsichtigkeit ist, desto höher ist ein lebenslanges Risiko, eine solche Augenerkrankung zu entwickeln, die durch das Längenwachstum des Auges verursacht werden kann. Als siebthäufigste Ursache für Erblindung in den USA und Europa und als häufigste Erblindungsursache in Japan wird die myopische Retinopathie angegeben (Ryan et al., 2012; Hayashi et al., 2010).

In Tabelle 11 sind die Risiken der Augenerkrankungen je nach Höhe der Myopie aufgelistet. Darin ist zu erkennen, dass bei einer geringeren Myopie von -1,00 dpt bis -3,00 dpt das Risiko nur 2 bis 3-fach so hoch ist wie bei einem Normalsichtigen. Liegt die Myopie bei -3,00 dpt bis -5,00 dpt liegt das Risiko schon bei einem 3 bis 9-fachen im Vergleich zum Emmetropen. Hat ein Betroffener eine Myopiestärke von -5,00 dpt bis -7,00 dpt bleibt das Risiko, an einer Katarakt zu erkranken gleich hoch, jedoch erhöht sich das Risiko einer Netzhautablösung auf das 21,5-fache und für eine Makuladegeneration ist es 40,6 Mal so hoch. Letztlich liegt ein 44,2-faches bzw. 126,8-faches Risiko für eine Netzhautablösung bzw. Makuladegeneration bei Betroffenen von mehr als -7,00 dpt vor.

Tabelle 11: Risiko für schwerwiegende Augenerkrankungen je nach Höhe der Myopie im Vergleich zum emmetropen Auge (nach Flitcroft, 2012)

Myopie	Glaukom	Katarakt	Netzhautablösung	Makuladegeneration
-1,00 bis -3,00 dpt	2.3 x	2.1 x	3.1 x	2.2 x
-3,00 bis -5,00 dpt	3.3 x	3.1 x	9.0 x	9.7 x
-5,00 bis -7,00 dpt	3.3 x	5.5 x	21.5 x	40.6 x
>[1] -7,00 dpt			44.2 x	126.8 x

Eine myopiebedingte Erblindung wurde für Deutschland mit einer Inzidenz von 0,7 - 0,8 auf 100.000 Einwohner geschätzt (Graf et al., 1999; Krumpaszky et al., 1999). In einer kleinen Stichprobe am Nordrhein fanden Finger et al. (2011) eine höhere Erblindungsrate bei Frauen gegenüber Männern heraus. Daher macht eine hohe Myopie mit 7-9% eine häufige Erblindungs- und sehbehindertenursache in Westeuropa aus (Cedrone et al., 2012; Klaver et al., 1998).

Die sekundären Folgekosten einer hohen Myopie und daraus entstandenen Blindheit ist schwer in Zahlen zu fassen. Jedoch stellen diese Folgekosten eine nicht unerhebliche finanzielle Belastung für die Betroffenen und das Gesundheitssystem dar. Der Durchschnitt in Singapur betrug 2009 ca. 128$/ Jahr (Lim et al., 2009).

[1] < (sic.) >

4.2 Körperliche (orthopädische) Folgen

Die Ergebnisse der BLIKK-Studie (2017) ließen verlauten, dass auch Säuglinge und kleine Kinder durch die Nutzung digitaler Endgeräte beeinträchtigt werden können. Denn selbst, wenn sich die Eltern nur in der Nähe ihrer Babys und Kinder mit ihren Smartphones oder Tablets beschäftigen, kann sich dies negativ auf die Säuglinge auswirken (von dem Hagen, 2017). Zu welchen konkreten Folgen dies führen kann, ist in Tabelle 12 aufgezeigt.

Tabelle 12: Einfluss digitaler Medien und Endgeräte auf Babys und Kinder (BLIKK-Studie, 2017)

Betroffene	Folgen
Säuglinge	Einschlafprobleme Fütterstörungen
Kinder < 6 Jahren (häufige Nutzung)	Hyperaktivität schlechte Konzentration keine alleinige Beschäftigung über längere Zeit, ohne digitalen Endgeräte/Medien zu nutzen Sprachentwicklungsstörung
Kinder < 13 Jahren (mehrere Stunden)	Hyperaktivität schlechte Konzentration konsumieren vermehrt Süßigkeiten & süße Getränke erhöhter BMI

Dadurch, dass Kinder oft die PC´s ihrer Eltern nutzen, haben die Computerarbeitsplätze auch nicht die richtige Einstellung für sie. Deshalb haben sie Schwierigkeiten, die Tastatur zu erreichen oder mit den Füßen den Boden zu berühren, was wiederum zu Arm-, Nacken- und Rückenbeschwerden führen kann (Kozeis, 2009).

Anlehnend an die Nutzung digitaler Endgeräte gibt es die sogenannte Modeerkrankung „Handynacken“. Darunter versteht man keine medizinisch anerkannte Krankheit, sondern es fällt laut dem Orthopäden Bernd Kladny (2015) unter den Begriff „Schmerzen im Halswirbelsäulenbereich“.

Einen wesentlichen Einfluss auf die Kopf- und Körperhaltung haben der Blickwinkel, unter dem ein Monitor oder Display betrachtet wird, sowie die Arbeitsentfernung (Friedrich, 2017). Bei den Handheld-Geräten ergeben sich andere Anforderungen, da sie durch ihre andere Handhabung und Anwendung sowohl im Stehen, Sitzen als auch im Liegen genutzt werden können. Daher beugt sich die Person meist noch weiter in Richtung des Gerätes. In Abbildung 12 ist erkennbar, wie weit man sich zum Smartphone lehnt, anstatt das Smartphone näher zum Kopf zu führen. Von Bild eins nach fünf verstärkt sich die Kopfneigung immer mehr und desto höher wirkt die Zugbelastung aufgrund der Schwerkraft auf die Halswirbelmuskulatur (Hansraj, 2014). Ebenfalls in Abbildung 12 erkennbar, schlussfolgerte schon Paillé (2015), dass bei der Nutzung von Smartphones und Tablets eine statische, leicht starre Haltung eingenommen wird.

Abbildung 12: Kopfposition bei der Nutzung eines Smartphones (Benneker, 2018)

Wie Tabelle 13 erkennen lässt, wirken bei einer neutralen Kopfhaltung bei einem Menschen 4,5 kg - 5,4 kg auf die Wirbelsäule. Ab 15° Neigung wirken schon 12,2 kg auf die Wirbelsäule. Neigt man den Kopf um 30° wirken Kräfte auf den Nacken und die Wirbelsäule, die zwei vollen Sixpacks mit 1,5 Liter Wasser entsprechen (Kladny, 2016). Je näher man das Smartphone zum Gesicht führt, desto mehr neigt man den Kopf und desto mehr Kraft wirkt sich auf die Wirbelsäule aus, was zu weiteren körperlichen Schäden führen kann.

Tabelle 13: Kopfposition und deren Auswirkung auf die Belastung der Wirbelsäule (nach Hansraj, 2014, Interdisziplinäre Optometrie, S. 379)

Kopfposition	Neutral	15°	30°	45°	60°	90°
Zug auf die Wirbelsäule	4,5 - 5,4 kg	12,2 kg	18,1 kg	22,2 kg	27,2 kg	nicht messbar

Insgesamt verändern wir bei der Nutzung von Handheld-Geräten also die Haltung bzw. Haltungsmuster im Gegensatz zu stationären Bildschirmen oder Displays, sowie bei Gedrucktem oder Geschriebenem auf Papier. Charakterisiert werden dabei Begriffe wie „Handy-Nacken“ oder „text neck“. Bleibt es bei der weltweit zunehmenden Digitalisierung und Nutzung digitaler Endgeräte, kann spekuliert werden, inwieweit sich der Mensch zukünftig an die jeweils neuen Situationen anpassen wird. Die Muskeln im Halsbereich müssten sich durch die ständige Nahtätigkeit mit gesenktem Kopf verändern, um die dauerhafte Haltearbeit ohne Beschwerden leisten zu können. Würde man der Evolution ihren Lauf lassen, würde sich der Mensch von dem ursprünglich aufrechten Gang wieder in Richtung gebeugter Haltung verändern (Friedrich, 2017).

Abschließend lässt sich sagen, dass die orthopädischen Folgen gerade für Kinder und Jugendliche schwerwiegend sind, da diese sich auf das gesamte Leben auswirken werden. Zudem resultieren aus diesen Folgen häufig Kopfschmerzen, die die Lebensqualität einschränken können.

4.3 Sozioökonomische Folgen

Durch den enormen Anstieg der Myopie in den letzten 50 Jahren, stiegen auch die Kosten für das Gesundheitssystem. Zudem wurden jährliche Verluste in der Produktivität der ca. 158 Millionen Betroffenen festgestellt, da sie sich durch ihre Sehleistung oder durch un- oder unterkorrigierte Fehlsichtigkeiten (größtenteils Myopien) beeinträchtigt fühlten. Diese wirtschaftlichen Belastungen belaufen sich weltweit auf ca. 268,8 Mrd. I$ (I$ = internationale Dollar, dies entsprach im Jahr 2007 ca. 233 Mrd. €) und werden hinsichtlich der zunehmenden Verbreitung der Myopie weiter ansteigen (Cavanagh, 2016). Aufgesplittet auf die verschiedenen Länder liegen die USA mit 22,0 Mrd. US$ weit vorne, gefolgt von Japan mit 7 Mrd. US$ und Deutschland mit 5,0 Mrd. US$. Umgerechnet in Euro wären dies ca. 4,3 Milliarden (Smith; Frick; Holden et al., 2009). Nicht nur aus medizinischer Sicht stellt die globale Myopie Probleme dar, sondern vor allen Dingen aus ökonomischer Sicht. Schwellenländer und Industriestaaten sind dahingehend gleichermaßen betroffen. Laut der Studie des Brien Holden Vision Institute (2009) schreitet die Myopie jedoch in den Industrieländern schneller voran. Wie bereits

in Kapitel 3.3 erwähnt, liegen die Ursachen in der wachsenden Verstädterung und Entwicklung- auch im Bereich digitaler Geräte und dem höheren Bildungsstand begründet.
In der SCORM-Studie von 2009 mit Schulkindern aus Singapur im Alter von 12-17 Jahren, konnten die Zahlen zu den wirtschaftlichen Kosten der Myopie auf jährlich 148 US$ beziffert werden (Lim; Gazzard et al., 2009).

Die durchschnittlichen Kosten einer Brille in Deutschland belaufen sich laut Angabe des Zentralverbandes der Augenoptik (ZVA) auf 370€. Eine erwachsene Person muss diese Kosten selbst tragen. Wie schon zu Beginn des Kapitels erwähnt, belastet diese Entwicklung die Gesundheitssysteme weltweit, da häufigere Kontrolluntersuchungen in Anspruch genommen werden müssen. Etwaige Sekundärerkrankungen treiben die direkten Kosten noch weiter in die Höhe (Hopf; Pfeiffer, 2016).

Im Jahr 2010 beliefen sich laut AMD Alliance International die direkten Kosten durch Sehverluste weltweit auf 2,3 Milliarden US$. Zusätzlich machten die indirekten Kosten, wie Produktivitätsverluste oder familiäre Pflege 652 Milliarden US$ aus. Für das Jahr 2020 werden Kostenanstiege auf bis zu 2,8 Milliarden US$ für die direkten Kosten und 760 Milliarden für die indirekten Kosten erwartet (Access Economics, 2010). Ein Grund, weshalb die Kosten so hoch sind, liegt darin begründet, dass die Menschen mit Sehverlust eine große finanzielle Unterstützung benötigen. Die Personen, mit schweren Sehfehlern sind auf 47.000$ pro Jahr angewiesen. Eine ältere Studie der Medicare Patients with vision loss von 2007 fand heraus, dass eine direkte Korrelation zwischen nicht augenbezogenen Kosten und der Schwere eines Sehverlustes bestand (IFA, 2013).

Je mehr Kinder an einer Myopie oder hochgradigen Myopie leiden, desto höher ist das Risiko einer Folgeerkrankung. Die meisten Myopien bleiben jedoch unbehandelt. In Europa und den USA geht man davon aus, dass durch unkorrigierte Fehlsichtigkeiten ca. 14% der Erblindungen und 45% schwere Sehschäden zustande kommen (Conrad, 2017). Die Kosten einer Myopie oder daraus resultierenden Augenerkrankung sind hoch. Daher ist es umso wichtiger, die Kinder und Jugendlichen zum Arzt zu schicken und frühzeitig behandeln zu lassen, um mögliche Folgen und damit verbundene Kosten zu unterbinden.

Seit dem letzten Jahr wurde in Deutschland eine Neuerung für den Anspruch auf Sehhilfen geltend gemacht. Seit 2004 gibt es nun nach 14 Jahren für einige Menschen mit Sehschwäche wieder die Chance auf eine Sehhilfe zu Lasten der gesetzlichen Krankenkassen. Trotz dieser Gesetzesänderung profitiert nur eine Minderheit von 1,4 Millionen der 41,2 Millionen Fehlsichtigen in Deutschland von dieser Regelung (Koester, ZVA; DBSV, 2017).

5 Möglichkeiten der Prävention einer Myopieprogression

Heutzutage beschäftigen sich immer mehr Forscher und Optometristen mit dem Thema der Myopieprogression, ihrer Ursache und vor allen Dingen, ihrer Behandlung. Behandlung bedeutet Myopiekontrolle, Myopieprävention oder auch Myopiemanagement, also die Vorsorge und Versorgung kurzsichtiger Kinder und Jugendlicher. Wichtig ist dies für Kinder, die das Risiko einer hohen Myopie im Erwachsenenalter haben. Pascal Blaser verfasste 2016 dazu in der Eyecom einen Artikel, der auf wissenschaftlichen Informationen basiert, um das Thema auch unter Kollegen und Kunden präsenter werden zu lassen (Blaser, 2016).

Zukünftig soll es mithilfe der Broschüre allen Eltern und Augenoptikern/Optometristen möglich sein, den Kindern und Jugendlichen gegenüber Aufklärungsarbeit leisten zu können und zu helfen, die Risiken einer hohen Myopie einzudämmen. Da die Behandlung von jedem Kind oder Jugendlichen anders an- und aufgenommen wird, sollten die Eltern im Vorfeld hinsichtlich des möglichen Behandlungserfolges beraten und aufgeklärt werden.

Die Myopieentwicklung kann nicht vollständig kontrolliert oder verhindert werden. Manche Kinder entwickeln ungeachtet der Behandlung eine starke Myopie, deren Fortschreiten man nicht vorhersehen kann (Blaser; Dash, 2017).

Tabelle 14 beschreibt die verschiedenen Methoden, die seit einigen Jahren angewendet werden, um die Myopieprogression zu stoppen. Zudem soll die Spalte „Wirkungsweise“ aufzeigen, ob eine Behandlung mit den Methoden sinnvoll ist, oder nicht. Bei jeder Behandlungsmethode gibt es Vor- und Nachteile, die ebenfalls beschrieben werden. Auch Kontraindikationen sind aufgeführt und letztlich wird aufgeführt, bei welchem Myopiespezialisten man die Behandlungen durchführen kann. In den Kapiteln 5.1 bis 5.4 werden die einzelnen Komponenten der Tabelle nochmals ausführlich erläutert.

Tabelle 14: Effektive Kontrolle der Myopieprogression bei Kindern und Jugendlichen, nach aufsteigender Relevanz geordnet (modifiziert nach Mathys, 2016)

Methode	Wirkungsweise	Vorteile	Nachteile	Kontrain-dikationen	Ansprech-partner
Brillengläser: Bifokalbrillen (mit Konvergenzunterstützung)	Addition unterstützt Akkommodation, Prismen (Basis innen), wirken zugleich konvergenzunterstützend, durch weniger Akkommodations- & Konvergenzaufwand wird Myopieprogression effektiv verlangsamt	+ unterstützt neben Akkommodation zugleich Konvergenz	- unästhetisches Nahteil stört bei sportlichen Aktivitäten - Akkommodationsunterstützung nur in bestimmten Entfernungen	keine	Augenoptiker/ Optometrist
Kontaktlinsen: Progressive Weichlinsen	Fernkorrektion im Zentrum der Linse, zum Rand hin progressiv weniger Minuswirkung, unterstützt die Akkommodation reduziert die relative periphere Hyperopie, wirkt somit bremsend auf das Fortschreiten der Myopie	+ Brille nur noch selten nötig + Steigerung der Bewegungsbereitschaft und des Selbstbewusstseins	- gute Compliance und häufigere Nachkontrollen notwendig	Entzündungen am Auge, Sicca-Syndrom, mangelnde Compliance, Einnahme bestimmter Medikamente	Kontaktlinsenspezialist/ Augenoptiker/ Optometrist

Kontaktlinsen: Orthokeratologische Kontaktlinsen	Spezielle formstabile Kontaktlinsen, bewirken Umverteilung kornealer Epithelzellen, dadurch: Ametropieausgleich, als auch Reduzierung relativer peripherer Hyperopie, verlangsamt somit effektiv die Myopieprogression	+ werden nur nachts getragen + am Tag weder Brille noch KL nötig + größere Bereitschaft der Kinder vorhanden + mehr Bereitschaft für körperl. Aktivitäten	- teurer in Anschaffung - aufwändigere Handhabung - evtl. zusätzliche Brille notwendig (Autofahrten, abends) - ausführliche Anpassung und häufige Nachkontrollen nötig	Siehe: progressive Weichlinsen	Kontaktlinsenspezialist/ Augenoptiker/ Optometrist
Medikamente: Atropin Augentropfen	Parasympathokolytikum, muskarinischer Antagonist, lähmt Ziliarmuskel und somit die Akkommodation, verlangsamt höchst effektiv Myopieprogression, genaue Wirkungsweise noch nicht bekannt In Deutschland: bisher noch keine Empfehlungen zur Myopietherapie mit Atropin	+ verlangsamt höchst effektiv Myopie- und Längenprogression + in geringeren Dosen: effizienter und weniger Nebenwirkungen	- Blendung - unscharfe Nahsicht - mögliche Nebenwirkungen: Unwohlsein, Mundtrockenheit, Tachykardie	Unverträglichkeit, allergische Reaktionen, Engwinkelglaukom, Herzprobleme (-rhythmusstörungen), Schwangerschaftsvergiftung	Ophthalmologe

Tageslicht	Dopamin aus Netzhaut freigesetzt (ähnlich wie bei Atropin). Nimmt zentrale Rolle bei Augenwachstumssteuerung ein, Vitamin-D-Haushalt in Retina stimuliert	+ verlangsamt effektiv Augenlängenwachstum (bei mind. 2h täglich im Freien) + kostenlos + nebenwirkungsfrei + mit Bewegung gut für Gesundheit	- im Winter stärkerer Anstieg der Myopie als im Sommer	keine	Eigenverantwortung

Die in Tabelle 14 aufgezeigten Behandlungsmethoden werden in Tabelle 15 nochmals aufgegriffen, um deutlich zu machen, dass oftmals nicht nur ein Hilfsmittel benötigt wird.

Nimmt man als Beispiel das Tageslicht, so ist begründet, dass dieses alleine nicht ausreicht, um eine Myopie zu stoppen. Daher ist es wichtig, dass die Kinder zusätzlich zu dem Sonnenlicht vorher mit einer Brille (Fern-, Nah- oder Gleitsichtbrille) oder Kontaktlinsen ausgestattet werden, damit die volle Wirkung erzielt wird.

Tabelle 15: Behandlungsmethoden und ihre zusätzlichen Hilfsmittel

	Gleitsichtbrillen oder Bifokalbrille mit Konvergenzunterstützung	Einstärkenbrille (Ferne oder Nähe)	Kontaktlinse (Einstärken oder multifokal)	Medikamente (Atropin, Pirenzepin)	Augenarzt	Augenoptiker/ Optometrist
Bifokalbrille (mit Konvergenzunterstützung)	√	X	X	X	X	√
Multifokale Weichlinsen	X	√	√	X	X	√
Ortho-K-Linsen	X	√	√	X	√	√
Medikamente (Atropin)	X	√	√	√	√	X
Tageslicht	√	√	√	X	X	X

Tabelle 15 zeigt die Behandlungsmethoden und ihre zusätzlichen Hilfsmittel auf. Wird als Behandlungsmethode eine Bifokalbrille (mit Konvergenzunterstützung) genommen, benötigt man eine Brille und sollte diese vom Augenoptiker/Optometristen anpassen lassen.

Als weitere Methode gibt es multifokale Weichlinsen, bei denen man zusätzlich für die abendliche Entlastung eine Einstärkenbrille benötigt. Beide Hilfsmittel werden durch den Augenoptiker/Optometristen angepasst. Die formstabilen Ortho-K-Linsen korrigieren die Myopie über Nacht und sind als sehr hilfreich einstufbar, da ihre Wirksamkeit durch mehrere Studien nachgewiesen wurde (Chia et al. 2014; Chua et al. 2006; 2012; Yi et al. 2015; Clark, TY., Clark, RA., 2015).

Da die Wirkung über den Tag abnimmt, benötigen manche Kinder und Jugendliche zusätzlich eine Fernbrille oder Kontaktlinsen, um die wiederkehrende Stärke zu korrigieren. Diese Kontaktlinsen werden durch den Augenoptiker/Optometristen angepasst, jedoch sollten die Kinder vorher einen Augenarzt aufsuchen. Auch Atropin zählt zu den Behandlungsmethoden, die die beste Wirkung zeigten und ebenfalls durch vorangegangene Studien nachgewiesen wurde wurde (Chia et al. 2014; Chua et al. 2006; 2012; Yi et al. 2015; Clark, TY., Clark, RA., 2015). Atropin ist ein Antimuskarinikum, welches nur durch einen Augenarzt verabreicht werden kann. Kinder benötigen neben dem Atropin noch eine Einstärkenbrille oder Kontaktlinsen, um die Wirkung zu unterstützen. Letztlich ist das Tageslicht zu nennen, welches keine Zusatzunterstützung benötigt, da es selbst als hilfreiche „Behandlung“ bei Kindern und Jugendlichen gilt, die bereits eine Brille oder Kontaktlinsen tragen.

5.1 Brillengläser (Einstärken, multi- und bifokal)

Bifokal- oder Gleitsichtbrillen können durch eine Addition (Nahzusatz) die Akkommodation und Konvergenz unterstützen. Zusätzlich kann man Prismen mit der Basislage innen in die Gläser einbringen. Dadurch werden der Akkommodations- und Konvergenzaufwand reduziert und verlangsamen effektiv das Voranschreiten der Myopie (Mathys, 2016). In den Studien von Edwards et al. (2002) und Gwiazda et al. (2003) kam man zu dem Ergebnis, dass Gleitsichtgläser einen sehr geringen schützenden Effekt auf die Myopieprogression hatten. Drei randomisierte Probandengruppen trugen über zwei Jahre Einstärkengläser, Bikokalgläser sowie Bifokalgläser mit Prismen Basis innen. Die Ergebnisse lagen bei einer Progression von 1,55 dpt bei den Einstärkengläsern, 0,96 dpt bei Bifokalgläsern und 0,70 dpt bei den prismatischen Bifokalgläsern (Cheng et al., 2014).

Eine Studie von Chung et al. (2002) ergab, dass es zu einer 30% stärkeren Myopieprogression führt, wenn man die Kinder mit 0,75 dpt unterkorrigiert. Um eine Über- oder Unterkorrektion durch Einstärkengläser zu verhindern, sollte auf Basis regelmäßiger Sehtests immer eine Vollkorrektion gewählt werden. Als effizient für eine Myopiekorrektion und die Verlangsamung einer Myopieprogression haben sich Brillengläser mit Nahzusatz erwiesen. Dadurch, dass diese Brillengläser eine

spezielle Zusatzwirkung im Nahbereich besitzen, kann die Unterakkommodation im myopen Auge kompensiert werden. Gleichzeitig wird durch den oberen Bereich des Brillenglases die Vollkorrektion der Kurzsichtigkeit in die Ferne ermöglicht (Yeo et al., 2016). Als Design können prismatische Zweistärkengläser oder Gleitsichtgläser mit Zusatzwirkung eingesetzt werden. Im Gegensatz zu niedrigen Additionen haben sich höhere Addtionen von +2,00 dpt als wirksam bewährt (Leung, Brown, 1999). Heutzutage ist bekannt, dass die Additionswerte zwischen +0,50 dpt und +1,25 dpt liegen sollten, welche in dieser Form oft in Digitalgläsern zu finden sind (Friedrich, 2017).

Mit prismatischen Einstärkengläsern ging die Myopieentwicklung bei Cheng et al. (2007) um 62% zurück. Der Durchschnitt aller Studien belegte eine Reduzierung der Myopierate durch multifokale Brillengläser um 22,6% über einen Zeitraum von 18-24 Monaten (Gwiazda et al., 2003). Jedoch resultierte aus allen Studien, das Einstärkenbrillen für die Ferne allein eine Myopieprogression nicht stoppen können, sondern oftmals mit zu der höchsten Myopierate führen (Lohrengel, 2017).

Der Aufbau der Multifokal- und Gleitsichtgläser ist annähernd gleich. Beide Brillenglasarten besitzen im oberen Teil die Fernstärke und im unteren Teil die Nahstärke. Dieser Teil des Brillenglases soll die Myopieprogression verlangsamen, indem er die akkommodative Anstrengung/Akkoaufwand und Abbildungsfehler, die mit einer Myopie assoziiert werden, eliminiert (Mutti et al., 2006; Nakatsuka et al. 2005; Gwiazda et al., 1993, 1995).

Verglichen mit Einstärkengläsern verlangsamen Bifokalgläser die Myopieprogression bei Kindern, jedoch sind die Unterschiede klinisch nicht signifikant (Fulk et al., 2000; Gwiazda et al., 2003; Berntsen et al., 2012; COMET 2 Study Group, 2011). Mit den Multifokal- und Bifokalgläsern glaubte man, einen Vorteil bei der Myopiekontrolle von Kindern zu haben, allerdings war bei den Kindern mit einer Esophorie und einem Akkommodationsdefizit die Minderung der Myopieprogression nicht aussagekräftig (Fulk et al., 2000; COMET 2 Study Group, 2011). Cheng et al. (2014) bemerkten, dass exekutive bifokale Brillengläser und Bifokalgläser mit einem Prisma Basis innen die vielversprechendste Methode darstellten. Die Myopierate verringerte sich mit diesen Brillengläsern in drei Jahren um 51%. Letztlich blieb unklar, worin die Wirkungsweise dieser Brillengläser bestand.

Prismatische Brillengläser haben eine höhere Erfolgsrate als Brillengläser ohne einen solchen Zusatz (Lohrengel, 2017).

Die Studie von Sun et al. (2017) kommt zu dem Ergebnis, dass eine Vollkorrektion eine Myopie mithilfe eines myopen Defokus verlangsamen kann. Dies wurde an bereits myopen Kindern getestet und durch zuvor gefundene Ergebnisse von Tierstudien belegt.

Ob und welche Form der Myopiekontrolle mit Brillengläsern angewendet wird, hängt von mehreren Faktoren ab, wie beispielsweise der Praktikabilität, dem Preis oder der Mitarbeit des Kindes oder des Jugendlichen (Friedrich, 2017). Nachteilig an der Anwendung von Bifokalgläsern ist das unästhetische Nahteil, sowie eine nur in bestimmten Entfernung einsetzbare Akkommodationsunterstützung (Mathys, 2016).

5.2 Kontaktlinsen (Orthokeratologie, multifokal/weich)

Im Rahmen der Myopiekontrolle gewinnen Orthokerathologie-Kontaktlinsen, kurz Ortho-K oder OK-Linsen immer mehr an Bedeutung. Sinngemäß bedeutet Ortho richtig, kerato Hornhaut und Logie Lehre. Das heißt, dass mit diesen Kontaktlinsen die Lehre der richtigen Hornhaut angewendet wird (Mayer, 2018).

Nach den ersten Anwendungsversuchen 1960 gewann diese Form der Kontaktlinsen immer mehr an Popularität. Orthokeratologiekontaktlinsen sollten von einem Kontaktlinsenspezialisten, einem Optometristen oder Augenoptiker angepasst werden. Ortho-K-Kontaktlinsen bewirken eine Umverteilung der kornealen Epithelzellen (Mathys, 2016). Die Kontaktlinsen werden vor dem Schlafengehen eingesetzt, da der Vorgang der Umverteilung über Nacht stattfindet. In dieser Zeit üben die Kontaktlinsen einen sanften Druck und Zug auf die Hornhaut aus.

Dadurch wird die obere Zellschicht der Hornhaut verschoben bzw. schonend abgeflacht, um den Brennpunkt auf die Netzhaut zu verschieben (Yeo et al., 2016). Nach dem Aufwachen hat das Auge einen anderen Brechwert. Auf diese Weise wird die Kurzsichtigkeit „weggeformt“ (OK-Info.org, o.J.). Darüber hinaus ist bei Kindern und Jugendlichen die Bereitschaft größer, Kontaktlinsen zu tragen, wenn diese über Nacht aufgesetzt werden (WVAO Broschüre Orthokeratologie).

Diese Art von Kontaktlinse bietet die Möglichkeit, tagsüber weder Brille noch Kontaktlinsen zu tragen und verlangsamt zusätzlich das Fortschreiten der Myopie (Lörtscher, 2017). Wendet man die Kontaktlinsen regelmäßig an, kann die Sehfähigkeit ohne Brille oder Kontaktlinsen für ca. 16 Stunden erhalten bleiben. In seltenen Fällen sogar bis zu 48 Stunden (OK-Info.org, o.J.). Ein wichtiger Vorteil dieser Kontaktlinsenart ist die 100%-ige Umkehrbarkeit des Änderungsprozesses. Die Hornhaut nimmt innerhalb von ein paar Tagen wieder ihre ursprüngliche Form an, sollte man das Tragen der Ortho-K-Kontaktlinse aus einem bestimmten Grund pausieren müssen. Die vor der Behandlung mit Ortho-K getragenen Brillen oder Kontaktlinsen können dann wieder genutzt werden (MPG&E, 2018). Wie eine solche Kontaktlinse aufgebaut ist und wie sie wirkt, ist im Anhang zu sehen.

Zu den bereits genannten Vorteilen, kommen jedoch auch einige Nachteile. Die Ortho-K-Kontaktlinsen sind teurer in der Anschaffung (Daniels, 2012) und die Handhabung ist aufwändiger. Oft ist für Autofahrten (Jugendliche von 18-25 Jahren) oder nachts eine zusätzliche Korrektion in Form einer Brille notwendig. Es müssen außerdem lange, ausführliche Anpassungen und häufige Nachkontrollen einkalkuliert werden (Mathys, 2016). Weiterhin können sich gerötete Augen, irritierte oder tränende Augen, Abrasionen, Absonderungen, eine verzerrte Sicht und schmerzende Augen bemerkbar machen (Daniels, 2016). Auch eine durch das Kontaktlinsentragen induzierte mikrobielle Keratitis wurde seit 2001 in über 100 Fällen bekannt (Van Meter, 2008).

Man nimmt an, dass sich der Myopiekontrollmechanismus bei individuellen Weichlinsen und Ortho-K-Linsen nicht unterscheidet, da beide Verfahren auf der peripheren Defokussierung beruhen (Blaser; Dash, 2017). Bei Kurzsichtigen findet man häufig eine relative Hyperopie der peripheren Netzhaut. Die Augen besitzen eine prolate Form weshalb sich die einfallenden Lichtstrahlen in der optischen Achse vor der Netzhaut bündeln, peripher jedoch hinter der Netzhaut. Folglich fördert dieser periphere Defokus die Myopieprogression (Mutti et al., 2007).

Turnbull et al. (2016) untersuchten in ihrer Studie 110 Probanden. Davon erhielten 56 Ortho-K-Linsen und 32 Mehrstärkenkontaktlinsen. Sowohl Ortho-K als auch die Mehrstärkenlinsen helfen effektiv bei der Behandlung einer Myopiekontrolle.

Huang et al. (2016) bestätigte ähnliche Effekte beider Methoden. Teilweise kam es durch diese Methoden zu einer Verringerung der Myopie um 50%. Diese Verringerung ist signifikant, da dadurch auch die Anzahl potenzieller Risikopatienten mit starker Myopie um 90% verringert wurden (Brennan, 2012). In zuvor durchgeführten Studien konnten Cho et al. (2005), Walline et al. (2009), Kakita et al (2011) und Swarbrick et al. (2015) ebenfalls nachweisen, dass eine Versorgung myoper Kinder und Jugendlicher mit Ortho-K-Kontaktlinsen das Längenwachstum reduzierten.

Ebenso sollten die progressiven- bzw. individuellen Weichlinsen nicht außer Acht gelassen werden. Im Jahr 2013 wurden Kinder im Alter von acht bis elf Jahren von Walline et al. mit weichen, multifokalen Kontaktlinsen versorgt. Die Fernzone war zentral angebracht und die Addition betrug 2,00 dpt. Mit den multifokalen Kontaktlinsen konnte die Myopieprogression im Gegensatz zu normalen Kontaktlinsen nach zwei Jahren halbiert werden. Die Myopieprogression konnte umso mehr verlangsamt werden, je öfter die weichen bifokalen Kontaktlinsen getragen wurden. Dadurch konnten Lam et al. (2013) einen Zusammenhang mit der Tragezeit herstellen.

Je größer die Pupillendurchmesser eines Kindes sind, desto erfolgreicher kann laut Chen et al. (2012) die Myopiekontrolle mit Ortho-K-Kontaktlinsen und Mehrstärkenlinsen (Bretschneider, 2017) durchgeführt werden.

Bei den verwendeten Multifokalkontaktlinsen handelte es sich um Weichlinsen, die alle eine zentrale Fernzone, sowie eine periphere Addition von 2,50 dpt aufwiesen. 2011 untersuchten Anstice et al. 40 Kinder mit einer mittleren Myopie von 2,70 dpt im Alter von 11-14 Jahren. In dieser Studie wurden multifokale Kontaktlinsensysteme mit monofokalen Kontaktlinsensystemen verglichen. Die Progression mit den Standardlinsen lag bei 0,70 dpt/Jahr, mit den Multifokallinsen bei 0,40 dpt/Jahr. Drei Jahre später untersuchten Lam et al. (2014) ebenfalls die Versorgung mit monofokalen- und multifokalen Kontaktlinsen. Für diese Studie betrachtete man Kinder mit Myopien von 1,00-5,00 dpt. Wieder stieg die Myopie mit monofokalen Kontaktlinsen mehr an (0,40 dpt/Jahr), als mit multifokalen Kontaktlinsen (0,30 dpt/Jahr). Jedoch war der Unterschied geringer als bei Anstice et al. Im Abstand von zwei Jahren forschten auch Aller et al. (2016) an 86 Kindern

im Alter von 8-18 Jahren mit einer mittleren Myopie von 2,70 dpt. Unter monofokaler Versorgung lag die Myopieprogression bei 0,80 dpt/Jahr und mit multifokalen Kontaktlinsen bei nur 0,20 dpt/Jahr. Daher gab es dort eine Progressionsminderung von 72%.

Somit wurde dreifach nachgewiesen, dass multifokale Kontaktlinsen im Gegensatz zu monofokalen Kontaktlinsen den Myopieanstieg effektiver verringern können. Zudem müssen die Kinder und Jugendlichen nur noch selten eine Brille tragen, die Bewegungsbereitschaft und auch das Selbstbewusstsein werden gesteigert.

Die Wissenschaftler verwendeten ausschließlich weiche Kontaktlinsen, ließen aber verlauten, dass es wünschenswert wäre, ebenfalls formstabile Alternativen zu haben (Lagrèze et al., 2017).

5.3 Medikamente (Atropin)

Bei dem pharmakologischen Mittel Atropin handelt es sich um ein Tropan-Alkaloid, welches aus der giftigen, schwarzen Tollkirsche gewonnen wird. Es verdankt seinen Namen der lateinischen Bezeichnung „Atropa belladonna“ (Truckenbrod, 2017). Zudem wird Atropin als unspezifischer, muskarinischer Rezeptor-Antagonist bezeichnet. Pharmakologisch wirkt Atropin als Parasympatolytikum und wird daher zur Pupillenerweiterung (Mydriatikum) und zur Lähmung der Akkommodation (Zykloplegium) in der Augenheilkunde eingesetzt (Friedrich; Dremmel, 2017). Durch das Atropin wird das Sklerawachstum gehemmt und das Kontrastempfinden erhöht. Zudem stimuliert es die dopaminergenen Amakrinzellen in der Netzhaut, wodurch Dopamin freigesetzt wird (Lohrengel, 2017).

Bereits im 19. Jahrhundert nutzte man Atropin gegen die Myopie (Schaeffel, 2017). Jedoch ist bis heute nicht bekannt, wie genau die therapeutische Wirkungsweise von Atropin erzielt wird. (Schaeffel; Truckenbrod, 2017). Die ursprüngliche Annahme, Atropin hemme eine exzessive Akkommodation, die die Myopieprogression begünstigt, wurde durch Tierversuche widerlegt.

Atropin schränkt zwar die Fähigkeit zur Akkommodation ein und erweitert die Pupille, jedoch wird eine exzessive Myopie nicht durch Atropin behandelt (Truckenbrod, 2017).

Die Wirkungsweise von Atropin haben Chua et al. (2006) in einer Studie an 400 asiatischen Kindern im Alter von sechs bis zwölf Jahren getestet. Über zwei Jahre gab man den Probanden sowohl 1%-iges Atropin als auch Placebotropfen. Die Kurzsichtigkeit verstärkte sich in der Placebogruppe um -1,20 dpt und um -0,28 dpt pro Jahr in der Therapiegruppe während der Studienzeit. Jährlich konnte somit eine Verringerung von 0,46 dpt erreicht werden (Truckenbrod, 2017). Bei der Placebogruppe wuchsen die Augen während der zwei Jahre um durchschnittlich 0,38 mm während das Wachstum in der Atropingruppe stagnierte.

Bei einprozentigem Atropin handelte es sich um die Standarddosierung, jedoch waren die Nebenwirkungen zu groß. Schon im Jahr 1999 erkannte man in Taiwan, dass die Myopie auch mit einer Gabe von nur 0,01% (1/100 der Ausgangsdosierung) noch gehemmt wird (Shih, 1999, 2001). Auch neuere Studien aus Singapur, den Niederlanden sowie einer internationalen Metaanalyse aus den USA bestätigen diese Entdeckung, dass 0,01%-iges Atropin im Gegensatz zum Placebo die Progression von 0,60 dpt/Jahr auf nur noch 0,10 dpt/Jahr verringerte (Clark, TY.; Clark, RA., 2015).

Im europäischen Raum untersuchten Polling et al. (2016) Kinder im Alter von 9-12 Jahren. Eine einjährige Gabe von 0,5% Atropin verringerte die Progressionsrate von -1,00 dpt auf -0,10 dpt. Die Effektivität einer solchen Behandlung schlug bei den Kindern mit 12 Jahren besser als, als bei den Kindern unter neun Jahren.

Der geringste Reboundeffekt (Rückschlageffekt) wurde bei einer Konzentration von < 0,01% nachgewiesen, wohingegen bei den drei höheren Dosierungen ein Reboundeffekt auftrat. Die Progression war am Ende der Therapie stärker als noch zu Therapiebeginn. Jedoch ist dieser Effekt abhängig von der jeweiligen Konzentration des Atropins (Chia et al., 2014).

Trotz der guten Wirkungsweise kann Atropin auch einige Vor- und Nachteile mit sich bringen, wie in Tabelle 14 zu Beginn des Kapitels 5 zu sehen ist. Die Vorteile sind, wie bereits erwähnt, die Verlangsamung der Myopie- und Längenprogression und eine in geringeren Dosen effizientere Wirkung. Nachteile liegen teilweise in den Kontraindikationen begründet. Durch die Gabe von Atropin können Unverträglichkeiten, allergische Reaktionen, Blendung, unscharfe Nahsicht, eine Verringerung des Akkommodationserfolges um 2,00-3,00 dpt (Friedrich, 2017), Lichtempfindlichkeit (Pupille erweitert sich um ca. 0,8 mm), Unwohlsein sowie Leseprobleme und Kopfschmerzen (Lohrengel, 2017) auftreten. Im statistischen Durchschnitt ergeben sich bei regelmäßigem Tropfen laut Sun (2016) eine Mydriasis von 1,1 mm und eine Hypoakkommodation von 1,50 dpt.

Am wirksamsten ist eine Wirkstoffkonzentration von 1% Atropin, durch die auftretende Photophobie und Unschärfe beim Nahsehen wird diese jedoch kaum durchgeführt oder verschrieben (Dremmel, 2017). Für die Behandlung mit Atropin muss ein Ophthalmologe aufgesucht werden (Friedrich, 2017). Beinahe die gleiche Wirkung wie 1% Atropin hat die Konzentration von 0,01% Antimuskarinikum. Trotz der vielversprechenden Wirkungsweise sollte eine Behandlung mit Atropin immer in Absprache mit dem Ophthalmologen abgeklärt werden. Ebenfalls sollte die Myopiekontrolle mit einer präzisen optischen Myopiekorrektion einhergehen (Blaser, 2017).

In Europa ist Atropin kommerziell noch nicht verfügbar und wird aus diesem Grund in Apotheken gemischt. Jedoch wird im deutschsprachigen Raum das Atropin zur Myopiekontrolle genutzt. Größtenteils verwenden die Ophthalmologen eine Dosierung von 0,01%, da bei dieser Dosierung Nebenwirkungen wie Photophobie, verringerte Akkommodation und der Rebound-Effekt deutlich schwächer ausgeprägt sind als bei höheren Konzentrationen und somit als sinnvollste Therapie gilt (Chia et al., 2012/2016). Sobald das niedrigdosierte Atropin auch in Europa zugänglich wird, sollte eine pharmazeutische und optische Beratung in Form eines Behandlungsplanes erstellt werden. Dazu soll die Broschüre dienen, welche im Anhang zu finden ist.

Die Behandlung mit niedrigdosiertem Atropin ist effektiver, wenn sie mit einer anderen Methode, wie z.B. dem Tragen von Kontaktlinsen kombiniert werden kann

(Blaser, 2017). Dies leitet zu dem Zitat von Lagrèze et al. (2016): „This leaves low-dose atropine (0,01%), pirenzepine, and soft contact lenses with myopia control features as viable options for the active management of myopia progression.“

Die ATOM-Studie (Atropine in the Treatment of Myopia, Chia et al., 2006) aus Singapur testete Atropin-Augentropfen über zwei Jahre in vier verschiedenen Konzentrationen und verglich diese mit einem Placebopräparat. In der Nachbeobachtungsphase der Studien von Chia et al. (2006, 2012, 2014, 2016), die ein bis fünf Jahre nach Absetzen der Tropfen durchgeführt wurde, entdeckte man, dass es zu einer signifikant höheren Myopieprogression der teilnehmenden Kinder gekommen ist. Die Kinder, die mit einer 0,5%-igen Konzentration behandelt wurden, wiesen in den 36 Monaten eine Myopieprogression von -1,15 dpt auf. Jene mit einer Konzentration von 0,01% wiesen lediglich -0,72 dpt in den 36 Monaten auf (Friedrich, 2017). Eine mittlere Myopieprogression von -1,38 dpt lag nach fünf Jahren bei einer Dosierung von 0,01% Atropin vor und bei 0,5% Atropin bei -1,98 dpt. Dosierte man das Atropin niedriger, wuchs auch das Auge weniger in die Länge als bei einer höheren Dosierung.

Laut Chia et al. (2016) empfiehlt man Kindern von sechs bis zwölf Jahren mit einer Myopieprogression von mindestens -0,50 dpt pro Jahr eine Anwendung mit Atropin. Nach Empfehlung Kaymak´s (2017) sollte das Atropin einmal am Tag, bestenfalls abends, verbreicht werden, da es bei einer späteren Verabreichung am Folgetag zu verschwommener Sicht kommen kann. Diese Therapie ist dreimal wöchentlich anzuwenden.

Um die erhöhte Wirkung zu gewährleisten, verabreicht man die Tropfen bestenfalls über zwei Jahre. Zeigt sich bei Kindern älter als 13 Jahre eine stabile Kurzsichtigkeit, kann die Behandlung beendet werden. Bei einem erneuten Myopieanstieg kann man die Atropingabe wieder fortsetzen. Kommt es zu keiner Reduzierung des Myopieanstiegs, sollte die Behandlung mit Atropin gestoppt werden (Friedrich, 2017).

Der langfristige Nutzen von Atropin ist jedoch noch immer nicht ausreichend erforscht. Zudem gibt es wenige Studienergebnisse mit europäischen oder deutschen Kindern. Deshalb sollte diese Form der Therapie mit dem Augenarzt besprochen werden (Truckenbrod, 2017).

5.4 Tageslicht (Zeit im Freien)

Wie bereits in Kapitel 3.1.3 erwähnt wurde, trägt auch der Aufenthalt im Freien dazu bei, dass die Myopieprogression verlangsamt wird.

Durch Jones et al. (2007), Rose et al. (2008), Dirani et al. (2009), Guggenheim et al. (2012), Guo et al. (2013) und Lin et al. (2014) konnte belegt werden, dass die Wahrscheinlichkeit, eine Myopie zu entwickeln bei Kindern mit höherer Freizeitaktivität geringer ist. Diese Entdeckung war unabhängig davon, ob die Eltern myop waren oder nicht. Wu et al. (2013) konnten jedoch keinen signifikanten Unterschied in der Myopieprogression feststellen.

Verbringen Kinder idealerweise mindestens zwei Stunden pro Tag im Freien, wird das Risiko einer Myopie verringert (Rose et al., 2008). Von Bedeutung ist daher nicht die Art der Outdoor-Aktivitäten, sondern vielmehr die Zeit, die im Freien verbracht wurde. Bei der Studie von Rose et al. (2008) kam man zu dem Ergebnis, dass bei Kindern, die 80 Minuten mehr Zeit im Freien verbrachten, eine Myopieinzidenz um 50% gesenkt werden konnte. Der Grad der Myopieprogression lag bei den Outdoorprobanden bei 0,25 dpt und bei der Kontrollgruppe bei 0,38 dpt. Hier wurden 1765 Erstklässler im Alter von sechs Jahren und 2367 Siebtklässler im Alter von zwölf Jahren über zwei Jahre beobachtet. Bei den Zwölfjährigen konnte die Myopie reduziert werden, bei den Sechsjährigen jedoch nicht. Von den in der Studie von Jones et al. (2007) über zwölf Jahre beobachteten 514 Kinder entwickelten 21,6% eine Myopie. Die Myopie war abhängig von der außerhalb verbrachten Zeit und der Fehlsichtigkeit der Eltern.

Mithilfe einer Metaanalyse über den Zusammenhang zwischen der Zeit im Freien und der Entwicklung einer juvenilen Myopie ergab, dass in der Kindheit das Risiko einer Myopieentstehung mit einem pro Woche einstündigen Aufenthalt im Freien um 2% und am Tag um 15% (Sherwin et al., 2012) reduziert werden kann. Das bedeutet, dass Kinder, die zehn Stunden mehr im Freien verbringen, die Wahrscheinlichkeit myop zu werden, um 20% verringern können (Yeo et al., 2016). Man nimmt an, dass der Vitamin-D-Haushalt in der peripheren Retina durch das Sonnenlicht stimuliert wird und auf Zellebene einen schützenden Mechanismus in

Gang setzt (Sherwin et al., 2012). Zudem ist anzumerken, dass die Lichtexposition vor Entstehung einer Myopieprogression wichtiger ist als während der Progressionsphase (Schaeffel, 2016).

Die 18-monatige prospektive Längsschnittstudie ROAM (Role of Outdoor Activity in Myopia, 2014) führte Untersuchungen über das Augenlängenwachstum bei kurzsichtigen und nicht kurzsichtigen Kindern durch. Im Laufe der 1,5 Jahre nahmen Kinder im Alter von 10-15 Jahren teil und wurden erstmalig auf den Zusammenhang zwischen Augenlängenwachstum und Umgebungslichtexposition überprüft (Read, 2014). Die Augen der Kinder, die einer geringen Umgebungslichtintensität ausgesetzt waren, wuchsen durchschnittlich 0,10 mm mehr als bei moderater bis hoher Umgebungslichtintensität. Mit dieser Studie wurden empirische Nachweise über die Lichtexposition und Augenwachstum geliefert, mit welchen klinische Empfehlungen an Kinder und deren Eltern angewendet werden können. Die Erkenntnisse stützen den Nutzen der Maßnahme, dass eine Erhöhung der täglichen Lichtexposition die Myopieprogressionsentwicklung in der Kindheit verringert (Read, 2014).

Neben der Tageslichtexposition bestätigen zwei Studien einen Zusammenhang zwischen den Jahreszeiten und der Myopie. Vergleicht man die Menschen auf der Nordhalbkugel mit denen der Südhalbkugel, steigt die Myopie in den Wintermonaten stärker an, als in den Sommermonaten. Dies liegt an der geringeren Sonnenstundenanzahl im Winter (Lagrèze; Joachimsen; Schaeffel, 2016). Donovan und Sankaridurg et al. (2012) belegten zusätzlich, dass der Augapfel im Sommerhalbjahr weniger schnell wächst, als im Winterhalbjahr. In der Studie von Gwiazda et al. (2013) wurden monatliche Unterschiede der Myopieprogression dokumentiert, die bei 85 chinesischen Kindern im Alter von sechs bis zwölf Jahren erstmalig auftraten. Die Kinder hatten im Winter eine höhere Progression als im Sommer, da das durchschnittliche sphärische Äquivalent in den Wintermonaten bei -0,53 ± 0,29 dpt lag und in den Sommermonaten bei -0,31 ± 0,25 dpt. Dies ist in Abbildung 13 zu sehen.

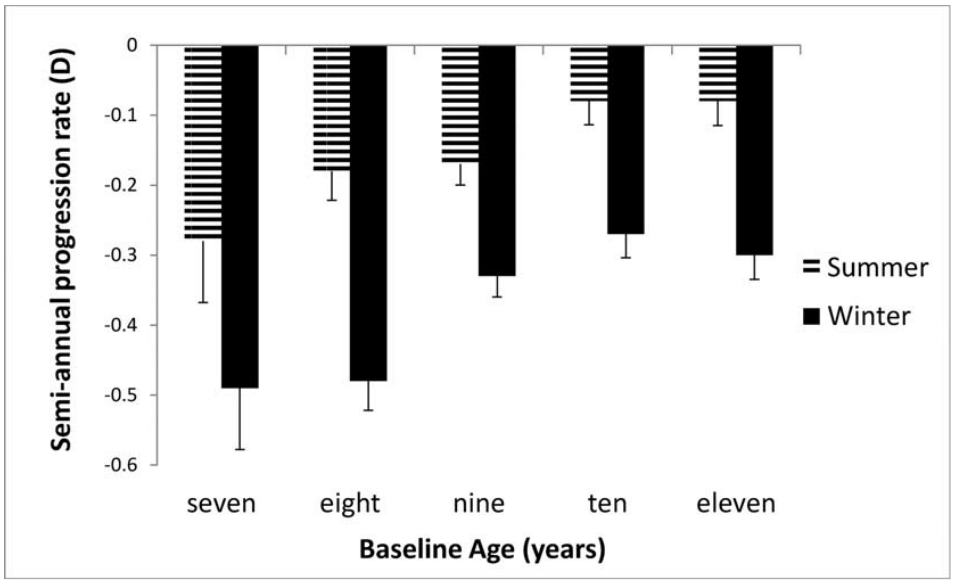


Abbildung 13: Halbjährliche Progressionsrate im Sommer und Winter, sortiert nach Alter im ersten Jahr der COMET-Studie (Gwiazda et al., 2013)

Die Ursachen dieses Ergebnisses lagen in der höheren Lichtexposition sowie in dem reduzierten schulischen Druck in den Sommermonaten begründet. Des Weiteren fanden Cui et al. (2013) heraus, dass es zu einer verringerten Myopieprogression und einem geringeren Augenlängenwachstum bei dänischen Kindern kam, die über eine 6-monatige Periode im Sommer getestet wurden. Es ist daher umso wichtiger, mehr Zeit im Freien und weniger Zeit mit Naharbeit zu verbringen.

Behandlungen mit Atropin oder Ortho-K-Kontaktlinsen, wie in den Kapiteln 5.2 und 5.3 bereits erwähnt, sind effektivere Therapien gegen die Myopieprogression.

Die Vorteile einer vermehrten Lichtexposition gegenüber einer Behandlung mit Atropin, Ortho-K, Multifokallinsen oder Gleitsichtbrillen liegen darin begründet, dass es kostenlos, nebenwirkungsfrei und in Verbindung mit Bewegung gut für die Gesundheit ist (Truckenbrod, 2016).

Welche Methode letztlich für das eigene Kind am wirkungsvollsten ist, sollte mit dem behandelnden Arzt oder einem Augenoptiker/Optometristen abgeklärt werden.

6 Beste Chancen der Myopieprävention in Abhängigkeit des Alters

Wie schon in den Kapiteln 3.3 bis 3.5 erwähnt, ist es auch in folgendem Kapitel wichtig zu wissen, ab wann ein Kind bestenfalls behandelt werden sollte, um die Myopie so früh wie möglich zu kontrollieren. Denn je früher ein Kind kurzsichtig wird, desto länger wird der Zeitraum, in dem diese Myopie ansteigen kann (Blaser, 2017).
Durch das benutzte Mantra: „Je jünger, desto besser!“ (Lagrèze, 2017), wird die Philosophie der Myopiebehandlung auf den Punkt gebracht. Denn die Sehschwäche sollte dann gestoppt werden, wenn sie beginnt- und das ist meist im Grundschulalter mit fünf bis sieben Jahren (Lagrèze, 2016). Blaser (2017) lässt auf seiner Webseite „Myopia Care“ verlauten, dass ein potenziell Kurzsichtiger prognostiziert werden kann, bevor er überhaupt myop ist. Forscher lassen verlauten, dass ab den ersten Anzeichen einer Myopie mit der Kontrolle dieser begonnen werden sollte. Zudem wurde nachgewiesen, dass eine Myopiekontrolle bei Kindern unter zwölf Jahren am zeitlich effektivsten ist (Blaser, 2017).

Wie auch schon Pfeiffer (2015) bemerkte: „Vorbeugung ist die einzige Möglichkeit im Kampf gegen die [Myopieprogression] (sic. Epidemie) wieder umkehren lässt sich das Augenwachstum nicht. Höchstwahrscheinlich bleibt lebenslang angerichtet, was in Kindheit und Jugend einmal angerichtet ist.“ Zudem merkt er an, dass man nur so lange der Augenkörper noch wächst, auch Einfluss auf das Wachstum nehmen kann.

Anlehnend an Pfeiffers Zitat, beschäftigte sich auch der Wissenschaftler Schaeffel (2017) mit der Myopieforschung. Er bemerkte, dass man die Myopie nur im Schulalter beeinflussen kann. Zusätzlich sollen Kinder so viel Zeit wie möglich im Freien verbringen, um den Augen einen Ausgleich von der vielen Naharbeit zu ermöglichen.

Jedoch wurde durch den Wissenschaftler Nick Dash ein für die Öffentlichkeit zugängliches Webtool „Myopia Care“ ins Leben gerufen. Dort können sich sowohl die Augenspezialisten als auch Eltern und Kinder auf einem jeweils geschützten

Bereich bewegen. In diesen Bereichen gibt es ein Protokoll bzw. einen Fragenkatalog, der algorithmusbasierend das Risiko einer Myopieentwicklung analysiert. Aufgrund der jahrelangen Erfahrung des Gründers kann das Myopiemanagement optimal, wissenschaftlich und mit weniger Aufwand in den einzelnen Einrichtungen analysiert, praktiziert und implementiert werden. Dadurch bekommen die Anwender der Myopiekontrolle die Informationen, ob und wann mit einer solchen Therapie gestartet werden kann. So wird der Myopieverlauf der Betroffenen dokumentiert und die Therapie wird demnach individuell auf diesen angepasst (Ulrich Maxam, 2017). Gegenwärtig gibt es für die Myopiekontrolle leider noch keine Unterstützung durch die Krankenkassen (Blaser, 2017).

Damit den Eltern und Kindern bewusst wird, was eine Kurzsichtigkeit ist und welche Risiken mit einer hochgradigen Myopie verbunden sein können, sollte dies so früh wie möglich erläutert werden. Um aktiv gegen eine Myopie vorzugehen, sollte man eine Aufklärung direkt kommunizieren. Daher muss man den Eltern explizit erklären, wie und womit sie ihren Kindern helfen können. Die erstellte Informationsbroschüre erklärt das Ganze noch einmal anschaulich (Bretschneider, 2017).

7 Diskussion

Das immer präsenter werdende Problem der Myopieprogression, welches sich bei vielen Betroffenen schon im Kindes- und Jugendlichenalter bemerkbar macht, beschäftigt, wie einleitend erläutert, die Forschung weltweit (Holden et al., 2016). Wie bereits zu Beginn des Kapitels 3.3 erwähnt, wurde schon recht früh bemerkt, dass die Kurzsichtigkeit global zunimmt und vor allem bei jungen Menschen zu beobachten ist (Matamoros, Saw, Williams, 2015). Dies liegt besonders an dem heutigen digitalen Lebenswandel. Kleinstkinder von nur drei Jahren kommen auffällig oft mit den Smartphones der Eltern in Kontakt (BLIKK-Studie, 2016). Schaut man nun auf die Kinder und Jugendlichen von 6-18 Jahren, bemerkt man den höchsten Anstieg der Kurzsichtigkeit. Durch den getakteten Schulalltag und die damit verbundene Naharbeit haben die Kinder immer weniger Zeit, sich im Freien aufzuhalten (Schaeffel, 2017). Das Augenlängenwachstum steigt dadurch stetig an. Zusätzlich kann auch Vererbung eine Ursache der erhöhten Kurzsichtigkeit bei Kindern und Jugendlichen sein.

Die Folgen sind oft weitreichend. Visuelle Probleme, aus der Naharbeit resultierende orthopädische Probleme, sowie Folgen für die Wirtschaft können sich äußern. Oft wissen die Betroffenen oder deren Eltern nichts über die Entstehung und vor allem über die Risiken der Myopieprogression. Dabei ist es besonders wichtig, genau dort anzusetzen, wo das Problem entsteht. Bestenfalls sollte so früh wie möglich mit einer für die Kinder oder Jugendlichen geeigneten Behandlungsmöglichkeit gestartet werden. Diese reichen von der Nutzung spezieller Brillengläsern über die Anpassung von Kontaktlinsen bis hin zur Verwendung medizinischer Präparate wie Atropin.

In der vorliegenden Arbeit wurden die verschiedenen Behandlungsmethoden beleuchtet und nach ihrer Wirksamkeit geordnet. Jedoch sollte Eltern sowie beratenden Augenoptikern und Optometristen immer bewusst sein, dass nicht jedes Kind oder jeder Jugendliche die gleichen Reaktionen auf gewählte Behandlungsmethoden zeigt.

Daher muss berücksichtigt werden, dass sich ausschließlich auf den Einfluss digitaler Endgeräte und auf ausgewählte Behandlungsmethoden bezogen wurde.

Andere Einflüsse und Behandlungen wurden außenvorgelassen, da sie den Rahmen dieser Arbeit überschreiten würden. Es kann somit keine generelle Aussage über mögliche Einflüsse und Behandlungen getroffen werden.

Eine weitere Begrenzung ist bezüglich der Studien zu treffen, die die Aussagen dieser Arbeit stützen. Diese unterscheiden sich zum Teil in ihren Ergebnissen, im Forschungsansatz und der untersuchten Altersgruppe. Zudem beleuchtet die überwiegende Zahl der Studien den asiatischen Raum. Europa nähert sich zwar bezüglich der Digitalisierung immer weiter an, ist jedoch bedingt durch die kulturellen Unterschiede nicht hundertprozentig übertragbar. Als weiterer Punkt ist zu nennen, dass einige Studien zwar eine gewisse Effektivität durch Maßnahmen nachweisen konnten, jedoch nicht, wodurch dieser Effekt entstanden ist. Diese ungeklärte Effektivität mancher Behandlungsmethoden lässt zu vielen Studien Diskussionspotential über die Wirkungsweisen offen. Durch dieses Diskussionspotenzial über die Wirkungsweise der Behandlungsmethoden bzw. Therapieformen und dem enormen Bedarf an weiteren Studien ist die Idee der Wissensvermittlung über den aktuellen Sachstand durch eine Informationsbroschüre entstanden. Damit soll eine in Zukunft längerfristige und konstante Hilfsmöglichkeit für Kinder und Jugendliche mit Myopie gesichert werden.

Bei der Fülle an (neuen) Studien und dem ständig wachsenden Interesse ist es kaum möglich, all diese in einer Arbeit aufzuführen. Daher mussten einige Studien außer Acht gelassen werden, da sie den Rahmen dieser Bachelorarbeit überstiegen hätten.

Weiterhin wurden während der Zeit des Schreibens einige Informationsbroschüren und -Flyer veröffentlicht. Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde ebenfalls eine Informationsbroschüre erstellt, um Eltern und Kindern die Notwendigkeit einer geeigneten Behandlung bei Myopie nahezubringen. Genau dort kann ein Augenoptiker oder Optometrist mit seiner fachlichen und fundierten Kompetenz eine Beratung ansetzen (Friedrich, 2017). Aufgrund vielfältiger Ausführungen der einzelnen Broschüren wurde die Vorliegende zu dem Thema digitale Endgeräte und ihre Auswirkungen auf die Augen von Kindern und Jugendlichen entworfen.

Bei den aufgeführten Behandlungsmethoden wie beispielsweise den Kontaktlinsen, ließen die Wissenschaftler verlauten, dass es wünschenswert wäre, neben

den ausschließlich verwendeten Weichlinsen auch formstabile Alternativen zu haben (Lagrèze et al., 2017).

Aufgrund der Schwierigkeit, Naharbeit zu messen und quantifizieren, widersprechen sich die Ergebnisse in einigen Studien. Eine dieser Studien stammt von Lin (2004) und Zhong et al. (2014). Sie beleuchtet den möglichen Myopieanstieg zweier unterschiedlicher Schulklassen. Nach Vergleich verschiedener Faktoren wie Naharbeit, Lesehäufigkeit, familiärer Hintergrund, Alter, Geschlecht und die Zeit, die die beobachteten Kinder mit Aktivitäten im Freien verbringen, konnte keine Progression der Myopie festgestellt werden.

Deshalb beschäftigen sich immer mehr Forscher mit anderen Umweltfaktoren, wie z.B. mit der in Kapitel 3.1.3 erwähnten Lichtexposition. Die Vorteile einer vermehrten Lichtexposition gegenüber einer Behandlung mit Atropin, Ortho-K, Multifokallinsen oder Gleitsichtbrillen liegen darin begründet, dass es kostenlos, nebenwirkungsfrei und in Verbindung mit Bewegung förderlich für die allgemeine Gesundheit ist (Truckenbrod, 2016).

8 Fazit/Schlussfolgerung und Ausblick

Hauptziel dieser Arbeit war es, aus bereits vorliegenden Studien die wichtigsten Kernpunkte zu dem Thema der Myopieprogression zusammenzutragen, damit eine Informationsbroschüre für Eltern und Augenoptiker/Optometristen erstellt werden kann/konnte.

In Kapitel 3 wurden die Ursachen einer Myopieprogression festgestellt. Dabei handelt es sich um die Vererbung, einen höheren Leistungsdruck und somit vermehrter Naharbeit, sowie einer verminderten Lichtexposition. All diese Faktoren spielen bei der Ausprägung einer Myopie bei Kindern und Jugendlichen eine Rolle.

Zudem wird der Einfluss digitaler Endgeräte auf das Sehen der Kinder und Jugendlichen untersucht. Ein Großteil der neuen Medien ist heute aus dem Alltag nicht mehr wegzudenken. Daher ist das betrachtete Thema durchgängig relevant für die heutige Gesellschaft. Aus diesem Grund wird der Begriff der traditionellen und neuen Medien definiert und deren Einfluss im 21. Jahrhundert erläutert.

In Kapitel 3.4 werden die betroffenen Zielgruppen und deren Erstkontakt mit digitalen Endgeräten aufgezeigt. Es wurde festgestellt, dass die Zielgruppe nicht eindeutig einzugrenzen ist, aber Kinder und Jugendliche im Alter von 6-18 Jahren das größte Risiko besitzen, eine Myopie oder hochgradige Myopie zu entwickeln. Generell ist die Gruppe der Smartphonenutzer kaum noch auf ein bestimmtes Alter einzuschränken, da schon kleine Kinder von zwei Jahren mit den Smartphones ihrer Eltern in Berührung kommen. Aus diesem Grund sollte die Nutzung digitaler Endgeräte kontrolliert stattfinden, um eine Myopie nicht auch noch zu begünstigen.

Weiterhin werden die globalen Zusammenhänge und der Einfluss des sozioökonomischen Status erläutert. Es können wesentliche Unterschiede bei der Häufigkeit der Myopieprogression zwischen verschiedenen ethnischen Gruppen ausgemacht werden. Zudem sind Menschen mit einem hohen Bildungsstand häufiger von einer Myopie betroffen.

Darüber hinaus wurden die möglichen Auswirkungen der Nutzung digitaler Endgeräte beleuchtet, da es zu visuellen und auch körperlichen Veränderungen bei Kindern und Jugendlichen kommen kann. Je nach Größe und Handhabung des zu verwendenden elektronischen Gerätes, verändert sich der Abstand zu den Augen und das visuelle System muss sich neuen Sehanforderungen stellen. Insgesamt verändern wir bei der Nutzung von Handheld-Geräten die Haltung bzw. Haltungsmuster, im Gegensatz zu stationären Bildschirmen oder Displays, sowie bei Gedrucktem oder Geschriebenem auf Papier. Charakterisiert werden dabei Begriffe wie „Handy-Nacken“ oder „text neck“. Aus diesen Folgen resultiert wiederum ein hoher finanzieller Aufwand für die Krankenkassen, aber auch für die Betroffenen selbst.

Letztlich werden die Behandlungsmöglichkeiten dargestellt, um herauszufinden, welche Methoden erfolgsversprechend sind und welche eher weniger. Brillengläser machen einen geringen Anteil der Behandlungsmöglichkeiten aus. Einstärkengläser sind weniger hilfreich als Digital- oder Gleitsichtgläser. Formstabile Ortho-K-Kontaktlinsen reduzieren die Myopie erfolgreich. Weiche Mehrstärkenkontaktlinsen können die Kurzsichtigkeit ebenfalls eindämmen, jedoch sind weiche Einstärkenkontaktlinsen nicht zur Reduktion der Myopieprogression geeignet. Atropin zeigt neben den Ortho-K-Kontaktlinsen die höchste Effektivität, um eine hohe Myopie zu verlangsamen. Es steht jedoch noch nicht fest, wodurch diese Wirkung ausgelöst wird. Aus diesem Grund sind Themen wie Behandlungsdauer oder Rebound-Effekt noch genauer zu beobachten und zu erforschen.

In dem Gebiet der Versorgung mit formstabilen multifokalen Kontaktlinsen, unter welche Kategorie auch die multifokalen Ortho-K-Kontaktlinsen (MOK) fallen, sollte es weiterhin Studien geben, die sich mit dieser Methodik beschäftigen, um weitere Aussagen bezüglich der Reduzierung des Augenlängenwachstums treffen zu können. Zudem wäre es wünschenswert, dass neben den ausschließlich verwendeten Weichlinsen auch formstabile Alternativen zu haben.

Aufbauend auf den theoretischen Grundlagen dieser Arbeit wurde eine Informationsbroschüre für Eltern, Augenoptiker und Optometristen erstellt. Mit dieser soll

eine in Zukunft längerfristige und konstante Hilfsmöglichkeit für Kinder und Jugendliche mit Myopie gesichert werden. In Zusammenarbeit mit den Eltern können sowohl die Faktoren, die zu einer Myopieprogression beitragen, Präventionsmöglichkeiten als auch bestmögliche Behandlungsmethoden erarbeitet werden. Zudem hat die Informationsbroschüre durch ihren präventiven Charakter einen praktischen Wert für die Gesellschaft. Aufgrund der Vielfältigkeit schon veröffentlichter Broschüren wurde die Vorliegende zu dem Thema digitale Endgeräte und ihre Auswirkungen auf die Augen von Kindern und Jugendlichen entwickelt.

Für die weitere Forschung wäre es wichtig, vermehrt Studien im europäischen Raum und in Deutschland durchzuführen, um eine Übertragbarkeit zu gewährleisten.

In der Literaturanalyse hat sich herausgebildet, dass der aktuelle Forschungsstand ausreichend ist, jedoch gehen die Ergebnisse der Forscher teilweise auseinander. Das Forschungsgebiet bezüglich der digitalen Endgeräte und ihr Einfluss auf das visuelle System sind noch recht jung. Um daher letztlich bestätigen zu können, ob die Nutzung digitaler/mobiler Endgeräte und Myopie zusammenhängen, sollte vor allem im europäischen Raum weiter geforscht werden. Durch diese Studien könnten Forschungslücken in Bezug auf den Einfluss digitaler Endgeräte wie Smartphones, Tablets oder 3D-Displays auf den Menschen geschlossen werden.

Diese Arbeit ist als theoretischer Rahmen für die weiterführende Myopieforschung für Kinder und Jugendliche anzusehen. Die Empfehlung ist daher, die Einflussfaktoren und Behandlungsmethoden in weiteren Studien zu überprüfen. Des Weiteren sollte der Fragestellung nachgegangen werden, wie neue Forschungsansätze gegen die Myopieprogression gefunden werden können. Im Zuge dieser Ansätze sollte verfolgt werden, wodurch die Wirkung von Atropin ausgelöst wird, wie diese optimiert und wie das Augenlängenwachstum durch multifokale Kontaktlinsen oder Ortho-K-Kontaktlinsen weiter reduziert werden kann.

Literaturverzeichnis

Abrahamsson, M.; Ohlsson, J.; Sjöstrand, J.; Sjöström, A.; Villarreal, M.G. (2000): Acta Ophthalmica Scandinavica: Myopisation: the refractive tendency in teenagers. Prevalence of myopia among young teenagers in Sweden, Göteborg University, Sweden, Ausgabe 78, S. 177-181, Internetlink: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1034/j.1600-0420.2000.078002177.x (letzter Zugriff: 18.06.18)

Access Economics (2010): The global economic cost of visual impairment, S. 1-88, Internetlink: http://www.icoph.org/dynamic/attachments/resources/globalcostofvi_finalreport.pdf (letzter Zugriff: 30.06.18)

Albrecht, C.; Poqué, H. (o.J.): Studienkreis: Neue und traditionelle Medien- Was ist das?, Internetlink: https://www.studienkreis.de/deutsch/neue-vs-traditionelle-medien/ (letzter Zugriff: 04.08.18)

Aller, T.A.; Liu, M.; Wildsoet, C.F. (2016): Optometry Vision Science: Myopia control with bifocal contact lenses: a randomized clinical trial, Ausgabe 93, Nummer 4, S. 344-352

Anstice, N.S.; Phillips, J.R. (2011): Ophthalmology: Effect of dual-focus soft contact lens wear on axial myopia progression in children, Ausgabe 118, Nummer 6, Internetlink: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21276616 (letzter Zugriff: 26.07.18)

Berntsen, D.A.; Sinnott, L.T.; Mutti, D.O., Zadnik, K. (2012): Ophthalmology Vision Science: A randomized trial using progressive addition lenses to evaluate theories of myopia progression in children with a high lag of accommodation, Ausgabe 53, Nummer 2, S. 640–649

Blaser, P. (2017): Informationen rund um trockene Augen: Entwicklung der Kurzsichtigkeit bei Heranwachsenden 1. Teil, Internetlink: http://trockenes-auge-hilfe.de/entwicklung-der-kurzsichtigkeit-bei-heranwachsenden-1-teil
(letzter Zugriff: 17.07.18)

Blaser, P.; Dash, N. (2017): DOZ: Myopieprävention hautnah, DOZ-Verlag Heidelberg, 72. Jahrgang, S. 92

Blaser, P. (2017): Eyecom: Aus der Nähe betrachtet, Myopiekontrolle, Ausgabe 6, S. 32-35

Braun, A. im Interview mit Kladny, B. (2016): SWR2 Wissen: Zu viel Smartphone, Modekrankheit Handynacken, Internetlink: https://www.swr.de/swr2/wissen/handynacken/-/id=661224/did=17120334/nid=661224/1jl0e9z/index.html (letzter Zugriff: 23.07.18)

Brennan, N.A. (2012): Contact Lens Anterior Eye 35: Predicted reduction in high myopia for various degrees of myopia control, S. 14-15

Bretschneider, N. (2017): die Kontaktlinse: Wenn das Auge wächst: Myopiekontrolle mit dem neuen Scalia 2-Design, konradin Mediengruppe; Konradin-Verlag Robert Kohlhammer GmbH, Leinfelden-Echterdingen, 51. Jahrgang, S. 6-11

Brinker, M. (2017): DBSV- deutscher Blinen- und Sehbehindertenverband e.V.: Anspruch auf Sehhilfen- Neuregelung tritt am 11. April 2017 in Kraft, Internetlink: https://www.dbsv.org/aktuell/anspruch-auf-sehhilfen-neuregelung-tritt-am-11-april-2017-in-kraft.html (letzter Zugriff: 05.08.18)

Bruckmann, P.; Berke, A. (o.J.): WVAO-Wissenschaftliche Vereinigung für Augenoptik und Optometrie, WVAO Broschüre Orthokeratologie: Wie Kinder sehen möchten: Information zur Myopie-Prophylaxe bei Kindern

Carimalo, C.; Menozzi, M. (2006): Points de Vue- International Review of Ophthalmic Optics, Collection of articles- 2005 to 2017: Visual fatigue and microfluctuations of accommodation, Special Edition 2, S. 38-41

Cavanagh, M. (2015): Points de Vue- International Review of Ophthalmic Optics: Zunehmende Kurzsichtigkeit und damit verbundene Augenprobleme, Nummer 72, S. 1-8

Cavanagh, M. (2016): Optometrie: Sehen in der digitalen Welt: Kurzsichtig in die Zukunft?, 64. Jahrgang, S. 9-14

Cheng, D.; Schmid, K.L.; Woo, G.C. (2007): Optometry Vision Science: Myopia prevalence in Chinese-Canadian children is an optometric practice, Ausgabe 84, Nummer 1, S. 21-32

Cheng, D.; Woo, G.C.; Drobe, B.; Schmid, K.L. (2014): Ophthalmology: Effect of bifocal and prismatic bifocal spectacles on myopia progression in children: three-year results of a randomized clinical trial, Ausgabe 132, Nummer 3, S. 258-264

Chia, A. et al. (2012): Ophthalmology: Atropine for the treatment of childhood myopia: safety and efficacy of 0.5%, 0.1%, and 0.01% doses (Atropine for the treatment of myopia 2), Ausgabe 119, Nummer 2, S. 347-354

Chia, A. et al. (2014): American Acadamy of Ophthalmology: Atropine for the treatment of childhood myopia: changes after stopping atropine 0,01%, 0,1% and 0,5%, Ausgabe 157, Band 2, S. 451-457

Chia, A. et al. (2016): American Acadamy of Ophthalmology: Five-year clinical trial on atropine for the treatment of myopia 2, myopia control with atropine 0,01% Eyedrops, Ausgabe 123, S. 391-399

Chua, W.H. et al. (2006): Ophthalmology: Atropine fort he treatment of childhood myopia, Ausgabe 113, Nummer 12, S. 2285-2291, Internetlink: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16996612 (letzter Zugriff: 29.07.18)

Chung, K. et al. (2002): Vision Research: Undercorrection of myopia enhances rather than inhibits myopia progression, Ausgabe 42, S. 2555-2559

Conrad, F. (2017): die Kontaktlinse: Myopie-Forschung- Ein Update 2017, Myopie-Bedeutung, Risiken und Chancen, konradin Mediengruppe; Konradin-Verlag Robert Kohlhammer GmbH, Leinfelden-Echterdingen, 1. Auflage, S. 5-7

COMET2-Study Group for the Pediatric Eye Disease Investigator Group (2011): Ophthalmology Vision Science: Progressive-addition lenses versus single-vision lenses for slowing progression of myopia in children with high accommodative lag and near esophoria, Ausgabe 52, Nummer 5, S. 2749-2757

Cui, D.; Trier, K.; Ribel-Madsen, S.M. (2013): Ophthalmology: Effect of day length on eyegrowth, myopia progression, and change of corneal power in myopic children, Ausgabe 120, S. 1074–1079

Daley, M.; Adamopoulos, D.; Hildreth, E. (2015): Points de Vue- International Review of Ophthalmic Optics: Digital eye strain in the USA: Overview by the Vision Council, Nummer 72, S. 13-20

Daniels, K. (2012): Review of Optometry: Consider Ortho-K for Myopia Control, Internetlink: https://www.reviewofoptometry.com/article/consider-ortho-k-for-myopia-control (letzter Zugriff: 11.07.18)

D´Erceville, S. (2015): Points de Vue- International Review of Ophthalmic Optics: Die Multiscreen-Welt beeinflusst das Sehen und die Körperhaltung der Nutzer, Nummer 72, Internetlink: http://www.pointsdevue.com/sites/default/files/pdv72-de-sophie_derceville.pdf (letzter Zugriff: 13.07.18)

Dolgin, E. (2015): Nature, International weekly journal of science: The myopia boom, Internetlink: https://www.nature.com/news/the-myopia-boom-1.17120 (Letzter Zugriff: 10.07.18)

Donovan, L.; Sankaridurg, P. et al. (2012): Optometry Vision Science: Myopia progression in Chinese children is slower in summer than in winter, Ausgabe 89, S. 1196-1202, PDF-Llink: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4696401/pdf/nihms746534.pdf

Donovan, L.; Sankaridurg, P. et al. (2012): Optometry Vision Science: Myopia progression rates in urban children wearing single-vision spectacles, Ausgabe 89, Band 1, S. 27-32

Erling, J. (2014): Welt, Panorama: Schulstress treibt Chinas Schüler in den Suizid, Internetlink: https://www.welt.de/vermischtes/article131540452/Schulstress-treibt-Chinas-Schueler-in-den-Suizid.html (Letzter Zugriff: 04.07.18)

Flitcroft, D.I. (2012): The complex interactions of retinal, optical and environmental factors in myopia aetiology. Progress in retinal and eye research, Ausgabe 31, S. 622-660

Foster, P.J.; Jiang, Y. (2014): Eye: Epidemiology of myopia, Ausgabe 28, S. 202-208

Friedrich, M. (2016): Optometrie: Auswirkungen dauerhafter Naharbeit auf das visuelle System, Veränderung des Sehverhaltens bei dauerhafter Tätigkeit an Bildschirmen sowie Tablets und Smartphones etc., 64. Jahrgang, S. 15-20

Friedrich, M. et al. (2017): Interdisziplinäre Optometrie: Visuelle Defizite und Wahrnehmungsstörungen im Zusammenhang mit Störungen in anderen Teilsystemen und im Gesamtsystem Mensch, DOZ-Verlag Heidelberg, 1. Auflage, S. 363-379 ff.

Fulk, G.W.; Cyert, L.A.; Parker, D.E. (2000): Optometry Vision Science: A randomized trial of the effect of single-vision vs bifocal lenses on myopia progression in children with esophoria, Ausgabe 77, Nummer 8, S. 395–401

Gallagher, R. (2013): the Ophthalmologist: Myopia Dystopia: Five questions that must be answered on the causes and consequences of near-sightedness, Nummer 3, S. 17-21, PDF-Llink: https://theophthalmologist.com/fileadmin/top/pdf/TOP-Issue-0313.pdf

Gifford, K. (2016): Contact Lens Spectrum: Preparing your practice for the Myopia Control Stampede, Ausgabe 31, S. 20-23, 25, 55, https://www.clspectrum.com/issues/2016/june-2016/preparing-your-practice-for-the-myopia-control-sta (letzter Zugriff: 09.08.18)

Gwiazda, J.; Thorn, F.; Bauer, J.; Held, R. (1995): Vision Research: A dynamic relationship between myopia and blur-driven accommodation in school-aged children, Ausgabe 35, Nummer 9, S. 1299–1304.

Gwiazda, J.; Thorn, F.; Bauer, J.; Held, R. (1993): Ophthalmology Vision Science: Myopic children show insufficient accommodative response to blur, Ausgabe 34, Nummer 3, S. 690-694

Gwiazda, J.; Hyman, L.; Hussein, M. et al. (2003): Ophthalmology Vision Science: A randomized clinical trial of progressive addition lenses versus single vision lenses on the progression of myopia in children, Ausgabe 44, Nummer 4, S. 1492–1500.

Hayashi, K. et al. (2010): Ophthalmology, Ausgabe 117, Nummer 8, S. 1595-1611

Hofman, M. (2018): Aktuelles zur Myopiekontrolle, Fachvortrag an der Hochschule Aalen, Aalen/Schweiz

Holden, B. et al. (2016): Ophthalmology: American Academy of Ophthalmology, Brien Holden Vision Institute: Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050, Band 123, Nummer 5, S.1036-1042

Holden, B. (o.J.): Brien Holden Vision Institute: Myopia- growing prevalence, global snapshot, Internetlink: https://www.brienholdenvision.org/myopia-prevalence.html (letzter Zugriff: 01.08.18)

Hopf, S.; Pfeiffer, N. (2016): Der Ophthalmologe: Epidemiologie der Myopie, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2016, Band 114, Heft 1, S. 20-23

Huang, J. et al. (2016): Ophthalmology: Efficacy comparison of 16 interventions for myopia control in children: A network meta-analysis, Ausgabe 123, Band 4, S. 697-709

Hüther, J. (2005), Bernd Schorb (Hrsg.): Grundbegriffe Medienpädagogik: Neue Medien, kopaed Verlags GmbH, München, 4. vollständig überarbeitete Auflage, S. 345-351

Ip, J.M.; Huynh, S.C.; Robaei, D. et al. (2007): Eye (Lond.): Ethnic differences in refraction and ocular biometry in a population-based sample of 11-15-year-old Australian children, Ausgabe 22, Nummer 5, S. 649-656

Jones, D.; Lünsmann, D. (2013): DOZ: Starke Myopie: Quote und Auswirkungen, Teil 1, DOZ-Verlag Heidelberg, 68. Jahrgang, S. 66

Jung, S.K. et al. (2012): Ophthalmology Vision Science: Prevalence of myopia and its association with body stature and educational level in 19-year-old male conscripts in Seoul, South Korea, Ausgabe 53, Nummer 9, S. 5579-5583

Kaymak, H. (2017): Breyer, Kaymak, Klabe Augenchirurgie: Kurzsichtigkeit bei Schülern: Das sollten Eltern wissen, Internetlink: https://augenchirurgie.clinic/vorsorge/fuer-kurzsichtige-schueler (letzter Zugriff: 07.08.18)

Kaymak, H. (2017): ARTE/WDR, Breyer, Kaymak, Klabe Augenchirurgie: Atropin gegen Kurzsichtigkeit, Internet/Videolink: https://augenchirurgie.clinic/blog/dr-kaymak-stellt-bei-arte-seine-atropintherapie-fuer-kurzsichtige-kinder-vor (letzter Zugriff: 10.08.18)

Koester (2017): ZVA: Optometrist: Wieder Zuzahlung für die neue Brille?, Internetlink: https://www.optometrist.de/blog/wieder-zuzahlungen-f%C3%BCr-die-neue-brille (letzter Zugriff: 05.08.18)

Koh, V.; Yang, A.; Saw, S.M. et al. (2014): Ophthalmic Epidemiology: Differences in prevalence of refractive errors in young Asian males in Singapore between 1996-1997 and 2009-2010, Ausgabe 21, Band 4, S. 247-255

Kozeis, N. (2009): Hippokratia: Impact of computer use on children´s vision, Paediatric Eye Unit, Eye Department, Hippokratio Hospital, Thessaloniki, Greece, Ausgabe 13, Nummer 4, S. 230-231

Lagrèze, W.A. (2015): Deutsches Ärzteblatt: Experten erwarten Anstieg der Kurzsichtigkeit bei Kindern, Deutscher Ärzteverlag GmbH Berlin, Internetlink: https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/64260/Experten-erwarten-Anstieg-der-Kurzsichtigkeit-bei-Kindern (letzter Zugriff: 10.07.18)

Lagrèze, W.A.; Joachimssen, L.; Schaeffel, F. (2016): Der Ophthalmologe: Gegenwärtiger Stand der Empfehlungen zur Minderung von Myopieprogression, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Band 114, S. 24-29

Lagrèze, W.A.; Schaeffel, F. (2017): Myopieprophylaxe: Preventing Myopia, Deutsches Ärzteblatt Int., Ausgabe 144, S. 35-36

Leo, S.W.; Ling, Y.; Wong, T.Y.; Quah, B.L. (2007): Report of the National Myopia Prevention and Control Workgroup 2006: A Summary, Ausgabe 36 (Suppl.), Nummer 10, S. 65-71

Lim, M.C.C.; Gazzard, G.; Sim, E.-L. et al. (2009): Eye (Lond.): Direct costs of myopia in Singapore, Ausgabe 23, S. 1086-1089, Internetlink: https://www.nature.com/articles/eye2008225.pdf (letzter Zugriff: 06.06.18)

Lin, L.L.; Shih, Y.F.; Hsiao, C.K.; Chen, C.J. (2004): Annales Academiae of Medicine Singapore: Prevalence of myopia in Taiwanese schoolchildren: 1983 to 2000, Ausgabe 33, Nummer 1, S. 27-33

Lohrengel, S. (2017): Optometrie: Zunehmende Myopieprogression in Deutschland- Was können wir tun?, 65. Jahrgang, S. 4-10

Logan et al. (2012/2015): ARVO Journals, Clinical and Epidemiologic Research: Risk factors for childhood cyopia: Findings from the NICER Study, Ausgabe 56, Nummer 3, S. 1524-1530

Lörtscher, M. (2017): Myopie-Forschung- Ein Update 2017: Myopiekontrolle mittels Orthokeratologie, konradin Mediengruppe; Konradin-Verlag Robert Kohlhammer GmbH, 1. Auflage, S. 22-25

Maniwa et al. (2013): Changes in Posture of the Upper Extremity Through the Use of Various Sizes of Tablets and Characters. In: Hutchinson, D. et al., Human Interface and the Management of Information. Information and Interaction Design., Springer Berlin Heidelberg, S. 89-96

Matamoros, E. et al. (2015): Medicine (Baltimore): Prevalence of Myopia in France: A cross-sectional Analysis, Ausgabe 94, S. 1976

Mathys, L.-M. (2016): Effektive Kontrolle der Myopieprogression: Erstellung einer Metaanalyse und deren Ableitung auf Handlungsmöglichkeiten für Optometristen, Bachelorthesis, Hochschule München, Studiengang Bachelor Augenoptik/Optometrie, S. 40

Maxam, U. (2015): die Kontaktlinse. Myopie und Kontaktlinsen: Experten der DAKG trafen sich in Hamburg, konradin Mediengruppe; Konradin-Verlag Robert Kohlhammer GmbH, Leinfelden-Echterdingen, 51. Jahrgang, S. 25-28

Mayer, G. (2018): Myopia Care, The Myopia Care Blog: Myopiekontrolle- Lösung eines Problems!? Teil 3, Internetlink: http://trockenes-auge-hilfe.de/myopiekontrolle-loesung-eines-problems (letzter Zugriff: 20.06.18)

Morgan I.G, Rose K.A. (2013): Ophthalmic Physiology Optometry: Myopia and international educational performance, Ausgabe 33, S. 329-338

Morgan, I.G. (2016): Optometry and Vision Science: What public policies should be developed to deal with the epidemic of myopia?, Ausgabe 93, Nummer 9, S. 1058-10.60, Internetlink: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27525535 (letzter Zugriff: 01.08.18)

MPG&E (2018): Informationsflyer Myopie: Für Jetzt und Später: Fortschreitende Kurzsichtigkeit bei Kindern erkennen und aufhalten, S. 1-4

Mutti, D.O. et al. (1993): Optometry Vision Science: Initial cross-sectional results from the Orinda Longitudinal Study of Myopia, Ausgabe 70, Nummer 9, S. 750-758

Mutti, D.O. et al. (2002): Ophthalmology Vision Science: Parental myopia (heredity), near work, school achievement, and Children´s refractive error, Ausgabe 43, Nummer 12, S. 3633-3640

Mutti, D.O.; Mitchell, G.L.; Hayes, J.R. et al. (2006): Ophthalmology Vision Science: Accommodative lag before and after the onset of myopia, Ausgabe 47, Nummer 3, S. 837-846

Mutti, D.O.; Mitchell, G.L.; Hayes, J.R. et al. (2007): Ophthalmology Vision Science: Refractive error, axial length, and relative peripheral refractive error before and after the onset of myopia, Ausgabe 48, Band 6, S. 2510-2519

Müntz, A. (2017): DOZ: Myopiekontrolle mit multifokalen Kontaktlinsen: Best-Case-Lösung für ein Worst-Case-Szenario, DOZ-Verlag Heidelberg, 72. Jahrgang, S. 48-50

Nakatsuka, C.; Hasebe, S.; Nonaka, F.; Ohtsuki, H. (2005): Japanese Journal of Ophthalmology: Accommodative lag under habitual seeing conditions: comparison between myopic and emmetropic children, Ausgabe 49, Nummer 3, S. 189–194

o.V. (2018): German.China.ORG.CN, Studie: Chinas Schüler müssen zu viele Hausaufgaben machen, Internetlink: http://german.china.org.cn/txt/2018-01/19/content_50248412.htm (letzter Zugriff: 07.08.18)

o.V. (2018): German.China.ORG.CN: Myopie tritt in China bei Kindern in jüngeren Jahren auf, Internetlink: http://german.china.org.cn/txt/2018-06/09/content_51867009.htm (letzter Zugriff: 07.08.18)

o.V. (o.J.): SEO Lexikon: SEO-Analyse: Medien Begriffserklärung und Definition, Fuchs Media Solution, Donaueschingen, Internetlink: https://www.seo-analyse.com/seo-lexikon/m/medien/ (letzter Zugriff: 04.08.18)

Paillé, D. (2015): Points de Vue- International Review of Ophthalmic Optics: Auswirkungen der neuen digitalen Geräte auf die Körperhaltung, Nummer 72, S. 22-23, 28-29, PDF-Link: http://www.pointsdevue.com/sites/default/files/pdv72-de-damien_paille.pdf?utm_source=Website&utm_campaign=impact_of_new_digital_technologie_on_posture%20ALL&utm_medium=PDF

Pan, C.-W.; Ramamurthy, D.; Saw, S.-M. (2012): Ophthalmic and Physiological Optics: Worldwide prevalence and risk factors for myopia, Ausgabe 32, S. 3-16

Petzold, M. (2009): Das Familienhandbuch des Staatsinstituts für Frühpädagogik (IFP): Verändern die neuen Medien unsere Kinder und Jugendlichen?, PDF-Link: http://archiv.evbg-elternbeirat.de/Doc/Sonstiges/www-familienhandbuch-de_neue-medien.pdf (Letzter Zugriff: 25.06.18)

Pfeiffer, N. (2015): Smartphone & Co. Lassen Kurzsichtigkeit explodieren, Internetlink: https://www.welt.de/gesundheit/article146081080/Smartphone-Co-lassen-Kurzsichtigkeit-explodieren.html (letzter Zugriff: 18.07.18)

Polling, J.R. et al. (2016): Eye: Effectiveness study of atropine for progressive myopia in Europeans, Nummer 30, S. 998-1004, PDF-Link: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4941076/pdf/eye201678a.pdf

Read, S.A. et al. (2014): Optometry Vision Science: Light exposure and physical activity in myopic and emmetropic children, Ausgabe 91, Nummer 3, S. 330-341

Read, S.A. et al. (2015): Ophthalmology Vision Science: Light exposure and eye growth in childhood, Ausgabe 56, S. 6779-6787

Read, S.A. (2016): Optometry Vision Science: Ocular and environmental factors associated with eye growth in childhood, Ausgabe 93, Nummer 9, S. 1031-1041

Rideout, V.J.; Foehr, U.G.; Roberts, D.F. (2010): Generation M2. Media in the lives of 8-to 18-year-olds. A Kaiser Family Foundation Study. The Henry J. Kaiser Family Foundation, PDF-Link: https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED527859.pdf

Rose, K.A. et al. (2005): Ophthalmic Epidemiology: Methods for a population-based study of myopia and other eye conditions in school children: the Sydney Myopia Study, Ausgabe 12, Nummer 1, S. 59-69

Rose, K.A. et al. (2008): Ophthalmology: Outdoor activity reduces the prevalence of myopia in children, Ausgabe 115, S. 1279-1285

Rose, K.A. et al. (2016): Asia-Pacific Journal of Ophthalmology: Environmental factors and myopia: Paradoxes and prospects for prevention, Ausgabe 5, Nummer 6, S. 403-410

Rosenblath, I. (2008): Wissenschaft im Dialog: Wann wurde der erste Fernseher erfunden?, Internetlink: https://www.wissenschaft-im-dialog.de/projekte/wieso/artikel/beitrag/wann-wurde-der-fernseher-erfunden/ (letzter Zugriff: 07.08.18)

Rosenfield, M. (2011): Ophthalmic Phyiol Opt: Computer vision syndrome: a review of ocular causes and potential treatments, Ausgabe 31, Nummer 5, S. 502-515, Internetlink: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21480937 (letzter Zugriff: 01.08.18)

Ryan, S.J. et al. (2012): Retina, Philadelphia, Elsevier, 5th Edition, S. 1115-1133

Sachsenweger, M. (2003): Augenheilkunde: Die Optik des Auges und ihre Störungen, Thieme Verlag, Stuttgart, S. 331-355

Sankaridurg, P.R.; Holden, BA. (2014): Eye (Lond.): Practical applications to modify and control the development of ametropia, Ausgabe 28, S.134–141, Internetlink: https://journals.lww.com/apjoo/Fulltext/2016/11000/Environmental_Factors_and_Myopia___Paradoxes_and.4.aspx (Letzter Zugriff: 19.07.18)

Saw, S.-M.; Zhang, M.Z.; Hong, R.Z. et al. (2002): Arch Ophthalmology: Near-work activity, night-lights, and myopia in the Singapore-China study, Ausgabe 120, Nummer 5, S. 620-627

Schaeffel, F. (2011): Myopie-Update 2011: Klinisches Monatsblatt Augenheilkunde, Georg Thieme Verlag KG Stuttgart New York, Ausgabe 228, Nummer 9, S. 754-761, PDF-Link: http://www.eye-tuebingen.de/fileadmin/user_upload/labs/schaeffel/docs/overview_articles/schaeffel-klimo_2011.pdf

Schaeffel, F. (2012): Der Ophthalmologe: elektronischer Sonderdruck: Klinische Risikofaktoren der Myopieprogression, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Band 109, Heft 8, S. 738-748

Schaeffel, F. (2017), online publiziert 2016: Der Ophthalmologe: Biologische Mechanismen der Myopie, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Band 114, Heft 1, S. 5-19

Schaeffel, F.; Ziemssen, F. (2016): Patienteninformation Kurzsichtigkeit (Myopie), Universitätsklinikum Tübingen, S. 1-9, Internetlink: http://www.auge- online.de/Erkrankungen/Fehlsichtigkeiten/Progressive_Myopie/Patienteninformation_Kurzsichtigkeit_Schaeffel_Ziemssen.pdf (letzter Zugriff: 18.07.18)

Sheedy, J. (2014): Points de Vue- International Review of Ophthalmic Optics: Augenermüdung im Nahbereich, Nummer 70, S. 34-37

Sheedy, J.E.; Hayes, J.; Engle, J. (2003): Optometry Vision Science: Is all asthenopia the same?, Ausgabe 80, S. 732–739

Sherwin, J.C. et al. (2012): Ophthalmology: The association between time spent outdoors and myopia in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis, Ausgabe 119, S. 2141-2151

Shih, Y.F.; Chen, C.H.; Chou, A.C. (1999): Ocular Pharmacology and Therapeutics: Effects of different concentrations of atropine on controlling myopia in myopic children, Ausgabe 15, Band 1, S. 85-90

Shih, Y.F.; Chen, C.H.; Chou, A.C. (2001): Acta Ophthalmologica Scandinavica: An intervention trial on efficacy of atropine and multi-focal glasses in controlling myopic progression, Ausgabe 79, Band 3, S. 233-236

Smith, M.J; Walline, J.J. (2015): Adolescent Health, Medicine and Therapeutics: Controlling myopia progression in children and adolescents, Dove Press Journal, Nummer 6, S. 133-140

Smith, T.S.T.; Frick, K.D.; Holden, B.; Fricke, T.R.; Naidoo, K.S. (2009): Bull World Health Organisation: Potential lost productivity resulting from the global burden of uncorrected refractive error, Ausgabe 87, Nummer 6, S. 431-437

Stark, B. (2014): result GmbH: Kommunikation und Medien: Verdrängen neue Medien die alten?, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Internetlink: https://www.result.de/verdraengen-neue-medien-die-alten/ (letzter Zugriff: 04.08.18), Erstveröffentlichung (2013) in Festschrift zum 50-jährigen Bestehen der DGPuK.

Statista (2018): Deutschland, Anteil der Smartphone-Nutzer in Deutschland nach Altersgruppe im Jahr 2017, Internetlink: https://de.statista.com/statistik/daten/studie/459963/umfrage/anteil-der-smartphone-nutzer-in-deutschland-nach-altersgruppe/ (letzter Zugriff: 12.07.18)

Statistisches Bundesamt (2014): Private Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien im ersten Quartal 2014, Internetnutzung von Personen ab zehn Jahren in Deutschland, Internetlink: https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2017/11/PD17_430_634.html;jsessionid=C334B820728766E30C092B3BAB7B6EBB.InternetLive1 (letzter Zugriff: 12.07.18) Nach: Interdisziplinäre Optometrie, Kapitel 8.7.1.2, Tätigkeiten an Bildschirmen und Displays (TBD), S. 366

Stein, A. (2015): Smartphone & Co. Lassen Kurzsichtigkeit explodieren, Internetlink: https://www.welt.de/gesundheit/article146081080/Smartphone-Co-lassen-Kurzsichtigkeit-explodieren.html (letzter Zugriff: 12.08.18)

Sun, Y.Y. et al. (2016): Graefes Arch Clin Exp Ophthalmology: Effect of uncorrection versus full correction on myopia progression in 12-year-old-children, Ausgabe 255, Band 1, S. 189-195

Tecmark (2014): Internetlink: https://www.tecmark.co.uk/smartphone-usage-data-uk-2014/ (letzter Zugriff: 10.07.18)

Turnbull, P.R. et al. (2016): Optometry Vision Science: Contact lens methods for clinical myopia control, Ausgabe 93, Band 9, S. 1120-1126

Truckenbrod, C. (2016): die Kontaktlinse: Atropin als Mittel zur Myopiekontrolle, konradin Mediengruppe; Konradin-Verlag Robert Kohlhammer GmbH, Leinfelden-Echterdingen, 50. Jahrgang, S. 26-28

Truckenbrod, C. (2016): die Kontaktlinse: Sinkendes Myopierisiko bei Kindern, die mehr Zeit im Freien verbringen?, konradin Mediengruppe; Konradin-Verlag Robert Kohlhammer GmbH, Leinfelden-Echterdingen, 50. Jahrgang, S. 30-31

Van Meter, W.S.; Musch, D.C.; Jacobs, D.S. (2008): Ophthalmology: Safety of overnight orthokeratology for myopia: A report by the American Academy of Ophthalmology, Ausgabe115, S. 2301–2313

Verhoeven, V.J.; Buitendijk, G.H. (2013): European Journal of Epidemiology: Consortium for Refractive Error and Myopia (CREAM), Rivadeneira F., Uitterlinden A.G.: Education influences the role of genetics in myopia, Ausgabe 28, S. 973–980

Vitale, S.; Sperduto, R; Ferris, F.L. III (2009): Archives of Ophthalmology: Increased prevalence of myopia in the United States between 1971-1972 and 1999-2004, Ausgabe 127, Band 12, S. 1632-1639

Von dem Hagen, S. (2017): Onmeda.de, Magazin: Wie Smartphones unsere Kinder krank machen, Internetlink: https://www.onmeda.de/magazin/smartphone-machen-kinder-krank.html (letzter Zugriff: 30.07.18)

Williams, K.M. et al. (2015): Ophthalmology: European Eye Epidemiology (E^3): Increasing prevalence of myopia in Europe and the impact of education, Ausgabe 122, S. 1489-1497

Wolfram, C.; Mirshahi, A.; Pfeiffer, N. et al. (2012, Artikel von 2014): American Academy of Ophthalmology: Myopia and level of education, Results from the Gutenberg Health Study, Ausgabe 121, S. 2047-2052

Wong, T.Y.; Foster, P.J.; Hee, J. (2000): Invest Ophthalmology Vision Science: Prevalence and risk factors for refractive errors in adult Chinese in Singapore, Ausgabe 41, S. 2486-2494

World Health Organization (WHO), Brien Holden Vision Institute, University of New South Wales, Sydney, Australia (2015): The impact of myopia and high myopia, global prevalence of myopia, S. 5-6

Wu, P.C. et al. (2013): Ophthalmology: Outdoor activity during class recess reduces myopia onset and progression in school children, Ausgabe 120, Nummer 5, S. 1080-1085, Internetlink: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23462271 (letzter Zugriff: 06.08.18)

WVAO-Wissenschaftliche Vereinigung für Augenoptik und Optometrie (25.05.2017): Myopieversorgung mit Strategie, Internetlink: http://www.wvao.org/index.jsp?path=/pages/open_news/wissen_aktuell/doc24743.xml (letzter Zugriff: 17.07.18)

WVAO-Wissenschaftliche Vereinigung für Augenoptik und Optometrie: Orthokeratologie- Ein sicheres Verfahren, OK-Info.org, Internetlink: http://www.ok-info.org/ok-hintergruende/funktionsweise (letzter Zugriff: 29.06.18)

Yeo, A. et al. (2016): Points de Vue- International Review of Ophthalmic Optics: Lösungen zur effektiven Kontrolle der Myopieprogression, Nummer 73, S. 55-65, PDF-Link: http://www.pointsdevue.com/sites/default/files/losungen_zur_effektiven_kontrolle_der_myopieprogression_0.pdf

Zhong L.; Vasudevan, B. †; Jhanji, V. ‡ (2014): Optometry and vision science: Near work, outdoor activity, and their association with refractive error, Ausgabe 91, Nummer 4, S. 376-382

Ziemssen, F.; Lagrèze, W.; Voykov, B. (2016): der Ophthalmologe 2017: Sekundärerkrankungen bei hoher Myopie, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Band 114, Heft 1, S. 30-34

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Multimediale Naharbeitssituation (Benneker, 2018) 11

Abbildung 2: Zeitstrahl mit den einzelnen Etappen der Digitalisierung vom Buchdruck bis zum ersten iPhone (vgl. Hasebrook, 1995; Rosenblath, 2008) 14

Abbildung 3: Einteilung mobiler, elektronischer Endgeräte (In Anlehnung an Friedrich et al., 2017) 16

Abbildung 4: Arbeitsabstände bei einem Buch, Laptop und Smartphone in cm (Benneker, 2018, modifiziert nach Interdisziplinäre Optometrie) 17

Abbildung 5: Anzahl myoper und hochmyoper Menschen in den Jahren von 2000-2050 (WVAO, 2017) 20

Abbildung 6: Myopieraten von 1988-2011 weltweit (Brien Holden Vision Institute, o.J.) 21

Abbildung 7: Nutzung modernster Kommunikationstechnik in Form von digitalen Endgeräten in allen Altersklassen (Fotalia) (Friedrich, 2016) 22

Abbildung 8: Jährlicher Myopieanstieg in Abhängigkeit vom Alter (Sankaridurg; Holden, 2014) 24

Abbildung 9: Myopieraten Jugendlicher weltweit (Gallagher, 2013; Blaser, 2017; modifiziert Benneker, 2018) 28

Abbildung 10: Entwicklung des Myopiebeginns in Taiwan in verschiedenen Perioden (Lin et al., 2004) 29

Abbildung 11: Auflistung der körperlichen und visuellen Beschwerden bei der Nutzung digitaler Endgeräte nach Symptom (D´Erceville, 2015) 33

Abbildung 12: Kopfposition bei der Nutzung eines Smartphones (Benneker, 2018) 39

Abbildung 13: Halbjährliche Progressionsrate im Sommer und Winter, sortiert nach Alter im ersten Jahr der COMET-Studie (Gwiazda et al., 2013) 59

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ursachen und Risikofaktoren bei Kindern mit und ohne myope Elternteile (Gifford, 2015; Jones et al., 2007; Schaeffel 2002) 8

Tabelle 2: Prozentuale Nutzung privater Informations- und Kommunikationstechnologien (2014) von Personen ab 10 bis 35 Jahren in Deutschland (nach: Interdisziplinärer Optometrie, S. 366) 16

Tabelle 3: Abstände der Augen zu digitalen Endgeräten und Büchern (nach Paillé, 2015, Interdisziplinäre Optometrie, S. 378) 17

Tabelle 4: Abhängigkeit der Blickneigung zum jeweiligen Medium (nach Paillé, 2015, Interdisziplinäre Optometrie, S. 378) 18

Tabelle 5: Gegenüberstellung Myopieprognosen der Weltbevölkerung von den Jahren 2000 und 2050 (WVAO, 2017) 19

Tabelle 6: Myopieprävalenzen (%) für die Jahre 2000 bis 2050 (Holden et al., 2016) (verfügbar unter: www.aaojournal.org) 26

Tabelle 7: Prävalenz der Kurzsichtigkeit der Deutschen im Zusammenhang mit dem Bildungsstand (Cavanagh, 2016) 30

Tabelle 8: Ursachen und Symptome dauerhafter Nah- und Bildschirmarbeit (Friedrich, 2016)..... 32

Tabelle 9: Symptomkategorien und ihre dazugehörigen Symptome (Sheedy, 2014) . 34

Tabelle 10: Veränderungen der Sehbedingungen und Sehverhaltens bei natürlichem und digitalen Sehen (nach Degle, 2005; Friedrich, 2017) 35

Tabelle 11: Risiko für schwerwiegende Augenerkrankungen je nach Höhe der Myopie im Vergleich zum emmetropen Auge (nach Flitcroft, 2012) 37

Tabelle 12: Einfluss digitaler Medien und Endgeräte auf Babys und Kinder (BLIKK-Studie, 2017) 38

Tabelle 13: Kopfposition und deren Auswirkung auf die Belastung der Wirbelsäule (nach Hansraj, 2014, Interdisziplinäre Optometrie, S. 379) 39

Tabelle 14: Effektive Kontrolle der Myopieprogression bei Kindern und Jugendlichen, nach aufsteigender Relevanz geordnet (modifiziert nach Mathys, 2016).. 44

Tabelle 15: Behandlungsmethoden und ihre zusätzlichen Hilfsmittel..... 47

Anhang

- CD mit folgender Video-Datei:

- **Atropingabe bei Kindern**

- Ausschnitt aus Kapitel 3.1: Risikofaktoren einer Myopie

- Ausschnitt aus Kapitel 3.3: Verlauf der Myopieprogression in Skandinavien

- Ausschnitt aus Kapitel 5.2: Aufbau und Funktionsweise einer Orthokeratologiekontaktlinse

Risikofaktoren einer Myopie

Tabelle 16: Risikofaktoren und deren Beschreibungen (Gifford, 2016)

Risikofaktoren	Beschreibung
Genetik	- ein myoper Elternteil: 3x höheres Risiko - Zwei myope Elternteile: 6x höheres Risiko und Gefahr, hohe Myopie zu entwickeln
Zeit im Tageslicht	- Weniger als 2 h pro Tag im Tageslicht: 2-3-fach höheres Risiko einer Myopieentwicklung
Naharbeit	- Mehr als 3 h Naharbeit/Tag in Verbindung mit wenig Zeit im Tages licht erhöht das Risiko, eine Myopie zu entwickeln - Elektronische Displays verstärken diese Problematik. Digitale Texte: ca. 4-8 cm näher gehalten (gedruckte Texte 40 cm) → erhöhte Anforderungen an Akkommodation und Konvergenz - Myopieprogression nimmt für geringere Sehabstände von weniger als ca. 30 cm zu
Alter	- Wenn Myopie im Alter von 6-7 Jahren ausbricht, ist das Risiko eine hohe Myopie zu entwickeln 6x höher als bei > 11- jährigen
Refraktion	- Weniger als +0,50 dpt im Alter von 6-7 Jahren stellt ein erhöhtes Risiko dar. Höchstes Risiko bei stärkster Refraktionsänderung im Jahr des Myopiebeginns
Ethnische Faktoren	- Kinder asiatischer Herkunft zeigen schnellere Progressionsraten als aus Europa stammende Kinder - Risikofaktoren, wie Akkommodationsdefizit, Nahesophorie, Zeit im Tageslicht & Genetik beeinflussen die Myopieentwicklung unabhängig von ethnischen Faktoren
Binokularsehen	- Kinder, die erhöhten AC/A-Quotienten und Akkommodationsdefizit aufweisen: erhöhtes Risiko myop zu werden und zeigen eine schnellere Myopieprogression, selbst wenn sie sich in Mopiekontrollbehandlung befinden
Ernährung	- Vermutung: Zusammenhang zwischen mangelhafter bzw. einseitiger Ernährung und Myopie - Calcium- und Proteinmangel, zu viel Zucker und Kohlenhydrate als mögliche Einflussfaktoren

	- Vitamin A (Fisch, Milch, Eier) bzw. Beta-Carotin (Karotten, gelbes & rotes Gemüse): für zahlreiche Funktionen der Netzhaut benötigt - Lutein: (grünes Gemüse): wichtige Bedeutung für Schutzfunktionen der Netzhaut → Patienten mit altersbedingter Makuladegeneration: weniger Lutein in Netzhaut

Verlauf der Myopieprogression in Skandinavien

Selbst in Nordeuropa konnte man im 20. Jahrhundert über eine Periode von 36 Jahren bei 9-20-jährigen Kindern und jungen Erwachsenen eine markante Myopieprävalenz nachweisen, wie in Tabelle 17 zu sehen ist.

Tabelle 17: Myopieprävalenzen (1954-1998) in Skandinavien in Abhängigkeit des Alters

Land	Autor	Definition	Population (Alter in Jahren)	Myopieprä-valenz (in %)
Norwegen	Holst & Tral-and (1962)	Keine	9-12	2,2- 5,9
Dänemark	Goldschmidt (1968)	-0,25 dpt	13-14	9,5
	Fledelius (1976)	-0,25 dpt	9-11	9,3
	Jensen (1991)	-0,25 dpt	7-12	28,6
Finnland	Laatikainen & Erkkilä (1981)	-0,50 dpt	7-8	1,9
			11-12	7,2
			14-15	21,8
	Mäntyjärvi (1983)	-0,25 dpt	12	14
			15	22,8
Schweden	Strömberg (1963)	-0,25 dpt	20	8,9
	Lundgren (1954)	Keine	18-19	19-25
	vergangene Studie (1998)	-0,50 dpt	12-13	49,7

In den skandinavischen Ländern wurden in den Jahren von 1954 bis 1998 die Myopieprävalenzen bei Kindern und Jugendlichen von 7-20 Jahren untersucht. Die Prozentsätze reichen dort in Finnland von 1,9 über 9,5% in Dänemark bis hin zu 49,7% in Schweden. Ein Zusammenhang lässt sich zwischen dem Alter und dem Myopieanstieg erkennen. Je älter die Kinder wurden, desto höher war auch die Progressionsrate.

Im Jahr 1996 lag die Prävalenz bei 6-12-jährigen chinesischen Schulkindern, eine Myopie zu entwickeln bei 37%. Im Vergleich dazu waren es bei den 13-18-jährigen ca. 50% (Chung et al., 1996).

Eine nationale Studie aus Taiwan zeigte bei 15-jährigen Jugendlichen eine Prävalenz von 70% auf (Lin et al., 1988). In den USA wurde eine 15%-ige Prävalenz unter den 12-13-jährigen aufgezeigt (Zadnik et al., 1993). Fledelius (1983) fand für die skandinavischen Länder, vor allem aber Dänemark eine Myopierate von 30% bei 16-jährigen Jugendlichen. Für den finnischen Raum forschten 1980 Laatikainen und Erkkila und beschrieben einen Prozentsatz von 29% für die 14-15-jährigen finnischen Jugendlichen, wie auch Mäntyjärvy (1983) bei den 12-, 13- und 15-Jährigen eine 14-, 18- und 23%-ige Wahrscheinlichkeit für eine Myopie fand.

Aufbau und Funktionsweise einer Orthokeratologiekontaktlinse

Abbildung 15: Aufbau einer Orthokeratologie-Kontaktlinse

Abbildung 14: Zwei verschiedenartige Orthokeratologielinsen

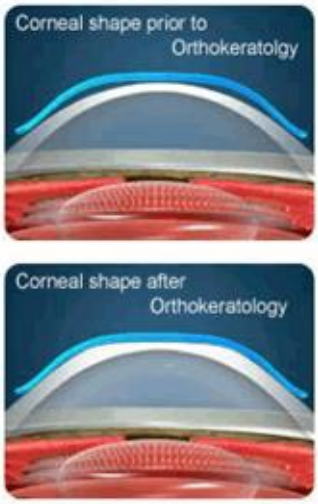


Abbildung 16: Formung der Hornhaut durch eine OK-Kontaktlinse

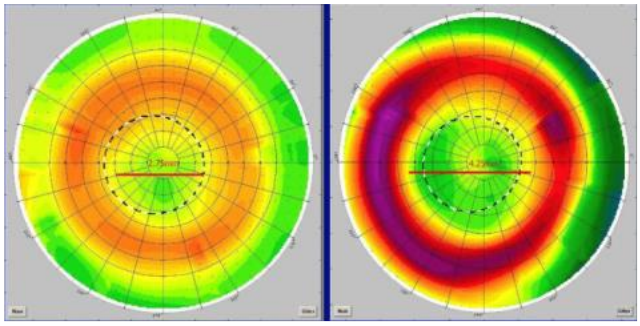


Abbildung 17: Vorher-Nachher-Topographie

Informationsbroschüre für Eltern und Augenoptiker/Optometristen