



# Analyse der Brillenstärken zeigt keine Zunahme der Myopie in Deutschland von 2000 bis 2015

## Hintergrund und Fragestellung

In vielen Ländern der Welt wurde die Kurzsichtigkeit in den letzten Jahrzehnten immer häufiger. Besonders in Asien beobachtet man seit 30 Jahren einen dramatischen Anstieg. Dies wurde in zahlreichen Veröffentlichungen dokumentiert [9, 10, 23, 26]. So fanden Lin et al. [18], dass die Myopie bei chinesischen Schulkindern im Jahr 2000 viel früher begann, viel mehr Schulkinder betroffen waren und die mittlere Brillenstärke viel stärker „Minus“ war als im Jahr 1983. Die Zunahme der Kurzsichtigkeit lässt sich in allen Ländern Asiens beobachten [3, 15]. 1950 waren ungefähr 25 % der Bevölkerung kurzsichtig, heute sind es etwa 80 %. Die höchsten Prozentwerte findet man bei Asiaten mit hohem Bildungsstand, die in großen Städten wohnen. Auch in anderen Ländern der Welt steigt die Häufigkeit der Myopie, wenngleich nicht so stark wie in Asien. Zahlen für Europa wurden vom European Eye Epidemiology (E3)-Consortium vorgelegt [29, 30].

Zusätzlich stieg die Prozentzahl der Hochmyopen mit mehr als -6 dpt [13, 16, 18]. Dies ist aus klinischer Sicht besonders besorgniserregend, weil die hohe Myopie für zahlreiche Sekundärerkrankungen verantwortlich ist [31, 32].

Offen ist die Frage, ob der nun seit Jahrzehnten andauernde Anstieg der Myopiehäufigkeit auch in Deutschland unaufhaltsam weitergeht oder ob sich mittlerweile eine Art stationärer Zustand auf hohem Niveau eingestellt hat. Die vorliegende Arbeit versucht, diese Wissenslücke zu schließen.

## Material und Methoden

In der vorliegenden Untersuchung werden 1.223.410 Refraktionswerte von 278.432 Männern und 333.272 Frauen analysiert. Diese Refraktionswerte stammen aus einer Datenbank, die dem Autor von der Euronet Software AG zur Verfügung gestellt wurde. Sie enthielt zum Zeitpunkt der Datenübergabe 7.888.034 Refraktionswerte von Personen im Alter von 1 bis 100 Jahren, die in der Zeit vom 01.01.2000 bis März 2016 eine neue Brille bekommen hatten. Die Daten wurden von zahlreichen mittelständischen Augenoptikerbetrieben in ganz Deutschland gesammelt und in anonymisierter Form für einen überbetrieblichen Vergleich bereitgestellt [4].

## Auswahl der Daten

Aus dem gesamten Datensatz wurden zunächst alle Personen im Alter von 5 bis 30 Jahren ausgewählt, die in der Zeit vom 01.01.2000 bis zum 31.12.2015 eine neue Fernbrille bekommen hatten.

Zur Bereinigung des Datensatzes wurden folgende Brillen- bzw. Refraktionswerte gelöscht: 1. Alle Korrektionsbrillen mit Sonnenschutz- oder farbigen Gläsern, 2. alle Brillen mit Gleitsicht-, Bifokal-, Office-, Plan-, oder Sondergläsern, 3. alle Brillen mit prismatischen Gläsern, 4. alle Brillen, bei denen eine Addition eingetragen war, 5. alle Personen, bei denen das Geschlecht nicht eingetragen worden war, 6. alle Brillen, bei denen nur ein Glas erneuert worden war, und 7. alle Brillen, bei denen die Refraktionswerte nicht vollständig bzw. grob fehlerhaft waren. Zusätzlich

wurden 8. alle Mehrfachbrillenkäufe mit den gleichen Refraktionswerten gelöscht. Außerdem wurde 9. nur die erste Brille gewertet, wenn von einer Person mehr als eine Brille am gleichen Tag gekauft worden war. Schließlich wurden 10. alle Brillen gelöscht, die von der gleichen Person innerhalb von 90 Tagen nach einem vorangegangenen Brillenkauf erworben wurden. Übrig blieben 1.223.410 Refraktionswerte (Abb. 1).

Für 5 Jahre alte Kinder enthält der Datensatz etwas mehr als 16.000 Fälle. Danach steigt die Anzahl deutlich an, weil immer mehr Schulkinder myop werden und eine Brille brauchen. Ab dem 10. Lebensjahr liegen jeweils mindestens 23.000 Refraktionswerte für jedes Lebensjahr vor. Der Peak mit 17 Jahren erklärt sich durch den Führerscheinsehtest. Dann bekommen viele Jugendliche eine Brille mit neuen Werten, bzw. bislang nicht entdeckte Kurzsichtige werden erstmals versorgt. Im Mittel über alle Personen von 5 bis 30 Jahren enthält der Datensatz für jedes Lebensjahr 23.527 Refraktionswerte. Die Daten stammen aus allen Bundesländern. Der prozentuale Anteil der Männer (bzw. Jungen) beträgt im Mittel 45,6 %. Er ist in allen Bundesländern praktisch gleich.

## Auswertung

Als Auswertekriterium wird in der vorliegenden Arbeit ausschließlich das gemittelte sphärische Äquivalent („spherical equivalent“ [SE]) verwendet. Es berechnet sich als Mittelwert der sphärischen Äquivalente vom rechten und linken Auge.

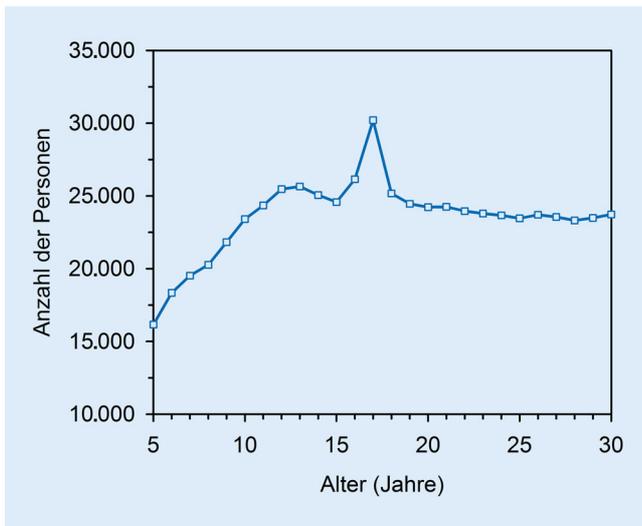


Abb. 1 ◀ Anzahl der Personen für jedes Lebensjahr

$$SE \text{ (dpt)} = \frac{1}{2} \left( (sph + 0,5 \cdot cyl)_{RA} + (sph + 0,5 \cdot cyl)_{LA} \right)$$

Durch die Mittelwertbildung reduziert sich die Anzahl der Daten um die Hälfte auf 611.705. Eine Person mit  $SE \leq -0,5$  dpt wird als myop gewertet. Als hyperop gilt ein  $SE \geq +0,5$  dpt.

Die Auswertung erfolgte überwiegend mit der Programmiersprache R, Version 3.2.5 (The R Foundation for Statistical Computing, Wien). Außerdem wurden SigmaStat, SigmaPlot (Systat Software GmbH, Erkrath) und MS Excel (Microsoft, Redmond, USA) verwendet. Als statistische Verfahren kamen die ANOVA mit Messwiederholung sowie der Friedman-, Holm-Sidak- und Tuckey-Test zum Einsatz [8].

### Analyse der zeitlichen Veränderungen

Für die Analyse der zeitlichen Veränderungen wurde der gesamte Beobachtungszeitraum von 16 Jahren in 4 gleich lange Zeiträume eingeteilt. Jeder Zeitraum umfasst exakt 4 Jahre (01.01.2000–31.12.2003; 01.01.2004–31.12.2007; 01.01.2008–31.12.2011; 01.01.2012–31.12.2015). Die Herkunft der Daten blieb in den vier Zeiträumen nahezu gleich. Auch der Prozentsatz der männlichen Brillenträger in den 4 Zeiträumen war praktisch konstant ( $45,6 \pm 0,5$  %).

Zur Analyse der zeitlichen Veränderungen wurden 3 Kriterien betrachtet: a) der prozentuale Anteil der Kurzsichtigen an allen Brillenträgern, b) das mittlere sphärische Äquivalent (=die mittlere Brillenstärke) und c) die individuelle Stärkenverteilung der sphärischen Äquivalente.

### Ergebnisse

#### Grundlegende Eigenschaften des gesamten Datensatzes

Zum leichteren Verständnis der Zeitreihenanalyse werden hier zunächst 3 grundlegende Eigenschaften der gesamten von 2000 bis 2015 gesammelten Daten beschrieben.

#### Häufigkeit von Myopie und Hyperopie

Abb. 2 fasst die Aufteilung der Ametropien in den ersten 30 Lebensjahren zusammen. Die roten Balken zeigen den prozentualen Anteil der myopen Brillenträger. Die grünen Balken kennzeichnen den Anteil der Hyperopen. Gelb dargestellt sind die Personen, deren über beide Augen gemittelt sphärisches Äquivalent zwischen  $-0,5$  dpt und  $+0,5$  dpt liegt. Dies sind Personen, die ihre Brille wegen einer Anisometropie mit Mittelwert nahe 0 dpt oder wegen eines Astigmatismus mixtus tragen.

Da die meisten Kinder weitsichtig geboren werden, tragen 80 % der brillenbedürftigen 5-jährigen Kinder eine Plus-

brille. Nur 9 % tragen eine Brille wegen einer Kurzsichtigkeit.

Ab dem 6. Lebensjahr entwickelt sich die Schulmyopie. Dadurch erhöht sich der prozentuale Anteil der Kurzsichtigen sehr schnell. Die roten Balken werden jedes Jahr größer. Im Alter von 10 Jahren gibt es schon mehr myope Kinder mit Brille als hyperope.

Mit 27 Jahren erreicht der Anteil der Myopen ein Maximum. Nahezu 80 % aller Brillenträger sind jetzt kurzsichtig. Der Anteil der Hyperopen liegt unter 10 %.

#### Veränderung des mittleren sphärischen Äquivalents von 5 bis 30 Jahre

Abb. 3 zeigt das mittlere sphärische Äquivalent als Funktion des Alters. Zusätzlich ist der individuelle Standardfehler jedes Datenpunktes durch horizontale Striche gekennzeichnet. Durch den großen Umfang der Stichprobe von 16.157 bis 30.203 Personen pro Jahrgang ist der Standardfehler der Datenpunkte extrem klein. Er beträgt im Mittel nur  $\pm 0,016$  dpt und ist damit wesentlich kleiner als die Symbole in Abb. 3.

Mit 5 Jahren beträgt die mittlere Brillenstärke über alle Kinder, die eine Brille bekamen,  $+1,74$  dpt. Danach setzt die Entwicklung der Schulkurzsichtigkeit ein. Die Kurve fällt steil ab, weil die Zahl der kurzsichtigen Kinder immer größer wird.

Im Alter von 10,3 Jahren kreuzt die Kurve die „0-dpt-Linie“. In diesem Alter sind durch die Schulmyopie so viele Kinder kurzsichtig geworden, dass die mittlere Ametropie aller Brille tragenden Kinder exakt gleich null ist. In diesem Alter besteht zwischen den hyperopen und den myopen Kindern sozusagen ein Gleichgewicht.

In der Hauptphase der Myopieentwicklung von 8 bis 12 Jahren verändert sich das mittlere sphärische Äquivalent sehr schnell um  $-0,38$  dpt pro Jahr.

Mit 15 Jahren nimmt die Geschwindigkeit der Myopisierung wieder ab. Vom 18. bis zum 30. Lebensjahr verschiebt sich die mittlere Fehlsichtigkeit zwar noch weiter ins Minus, aber wesentlich langsamer als im Schulalter. Oberhalb von 18 Jahren ändert sich das mittlere sphä-

W. Wesemann

## Analyse der Brillenstärken zeigt keine Zunahme der Myopie in Deutschland von 2000 bis 2015

### Zusammenfassung

**Ziel.** Es wird die Frage untersucht, ob die Häufigkeit und Stärke der Myopie in Deutschland von 2000 bis 2015 bei Kindern und jungen Erwachsenen zugenommen hat. **Material und Methoden.** Analysiert wurden 1.223.410 Refraktionswerte von 278.432 Männern und 333.273 Frauen im Alter von 5 bis 30 Jahren, die in der Zeit vom 01.01.2000 bis 31.12.2015 eine neue Brille bekommen hatten. Ausgewertet wurde das über beide Augen gemittelte sphärische Äquivalent als Funktion des Alters ( $N = 611.705$ ). Zur Bestimmung der zeitlichen Veränderungen in den 16 Jahren von 2000 bis 2015 wurde der gesamte Zeitraum in 4 gleich große Zeitintervalle von jeweils

4 Jahren eingeteilt. Drei Kriterien wurden betrachtet: a) die prozentuale Häufigkeit der Kurzsichtigen unter allen Brillenträgern, b) das mittlere sphärische Äquivalent und c) die Stärkenverteilung der sphärischen Äquivalente.

**Ergebnisse.** a) Die Häufigkeit der Myopie ist von 2000 bis 2015 nicht angestiegen. Von den Kindern, die eine Brille tragen, sind im Alter von 5 Jahren 9 % myop ( $\leq -0,5$  dpt). 80 % sind hyperop ( $\geq +0,5$  dpt). Von den 10, 20 bzw. 25 Jahre alten Brillenträgern sind 46 %, 75 % bzw. 79 % myop und 42 %, 13 % bzw. 10 % hyperop. b) Das mittlere sphärische Äquivalent wurde von 2000 bis 2015 nicht stärker negativ. Mit 5; 10,3 und

27 Jahren beträgt das sphärische Äquivalent im Mittel über alle Personen, die eine Brille bekamen, +1,74 dpt; 0,0 dpt und -1,91 dpt. c) Die Stärkenverteilung der sphärischen Äquivalente hat sich von 2000 bis 2015 nicht verändert. Weder die geringen noch die hohen Myopien sind am Ende des betrachteten Zeitraum signifikant häufiger.

**Schlussfolgerung.** In Deutschland haben die Häufigkeit und die Stärke der Myopie von 5 bis 30 Jahre alten Brillenträgern in den letzten 16 Jahren nicht zugenommen.

### Schlüsselwörter

Myopie · Prävalenz der Myopie · Myopisierung · Schulmyopie · Deutschland

## Analysis of spectacle lens prescriptions shows no increase of myopia in Germany from 2000 to 2015

### Abstract

**Objective.** To determine whether the prevalence and magnitude of myopia among children and young adults wearing spectacles has increased in Germany from 2000 to 2015. **Material and methods.** A total of 1,223,410 refraction values from 278,432 male and 333,273 female subjects between 5 and 30 years of age were analyzed. All subjects had received a new pair of spectacles between 1 January 2000 and 31 December 2015. The parameter studied was the spherical equivalent averaged over both eyes of each subject ( $N = 611,705$ ). In order to identify temporal changes, the entire period of 16 years was divided into 4 time intervals of 4 years each. In the subjects three evaluation

criteria were studied as a function of age:

a) the frequency of myopic subjects among all spectacle wearers, b) the mean spherical equivalent and c) the distribution of the individual spherical equivalents.

**Results.** a) The frequency of myopic corrections among all spectacle wearers did not increase from 2000 to 2015. At 5 years of age, 9% of all children wearing glasses were myopic ( $\leq -0.5$  D) and 80% were hyperopic ( $\geq +0.5$  D). At the age of 10, 20 and 25 years, 46%, 75% and 79%, respectively, of all spectacle wearers were myopic and 42%, 13% and 10% hyperopic. b) The mean spherical equivalent, averaged across all spectacle wearers of the same age, did not show a

myopic shift from 2000 to 2015. At the age of 5, 10.3 and 27 years, the mean spherical equivalent all subjects wearing glasses was +1.74 D, 0.0 D and -1.91 D. c) The refractive power distribution of the individual spherical equivalents did not change significantly from 2000 to 2015. Neither low nor high myopias were more abundant in the period 2012–2015 compared to the previous years.

**Conclusion.** The frequency and the refractive power of myopia did not increase in Germany over the last 16 years.

### Keywords

Myopia · Prevalence of myopia · Increase in myopia · School myopia · Germany

rische Äquivalent nur noch um 0,06 dpt pro Jahr Richtung Minus. Mit 27 Jahren wird der maximale Minuswert erreicht. Dann beträgt die mittlere Brillenstärke -1,91 dpt.

### Verteilung der sphärischen Äquivalente

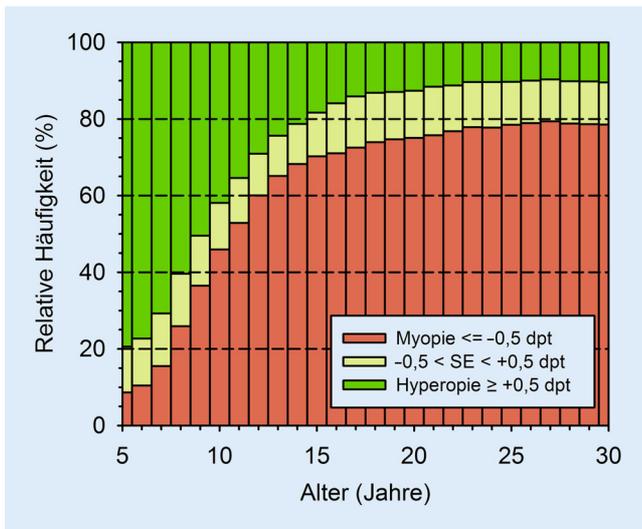
▣ **Abb. 4** zeigt exemplarisch 3 Histogramme, in denen die Verteilung der Brillenstärken bei 5, 10 und 27 Jahre alten Brillenträgern dargestellt ist. In den Balkendiagrammen sieht man die relative Häufigkeit der sphärischen Äquivalente von -7,5 dpt bis +7,5 dpt. Mit 5 Jahren

(▣ **Abb. 4a**) überwiegen die grünen Balken, denn 80 % aller Kinder, die eine Brille tragen, sind hyperop. Im Alter von 6 Jahren setzt die Entwicklung der Schulmyopie ein. Die Zahl der myopen Kinder nimmt dann sehr schnell zu. Im Alter von 10 Jahren (▣ **Abb. 4b**) ist die Anzahl der kurzsichtigen Kinder ungefähr genauso hoch wie die Zahl der hyperopen Kinder. Mit 10,3 Jahren ist der Mittelwert aller sphärischen Äquivalente exakt 0 dpt. In diesem Alter halten sich die myopen und hyperopen Refraktionsfehler aller Kinder mit Brille die Waage. Mit 27 Jahren (▣ **Abb. 4c**) ist die Myopieent-

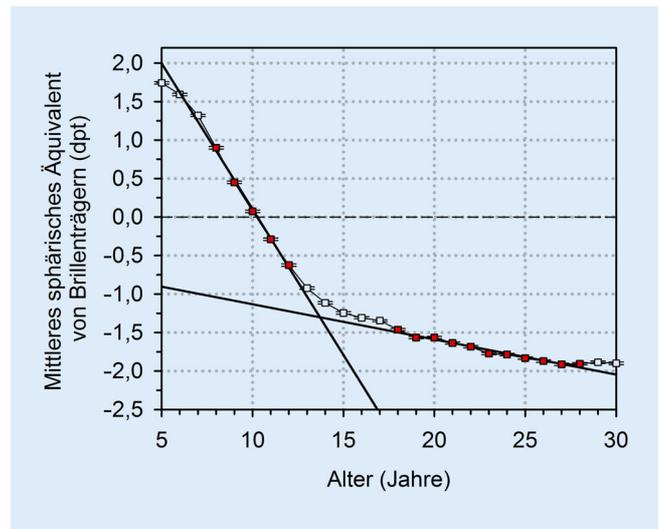
wicklung fast abgeschlossen. Die roten Balken beherrschen das Bild. 80 % aller Brillenträger sind myop.

In ▣ **Abb. 4** erkennt man außerdem, dass die Myopien (rote Balken) und die Hyperopien (grüne Balken) isoliert betrachtet keine symmetrischen, sondern *schiefe Verteilungen* bilden, denn die schwachen Fehlsichtigkeiten sind natürlich viel häufiger als die starken.

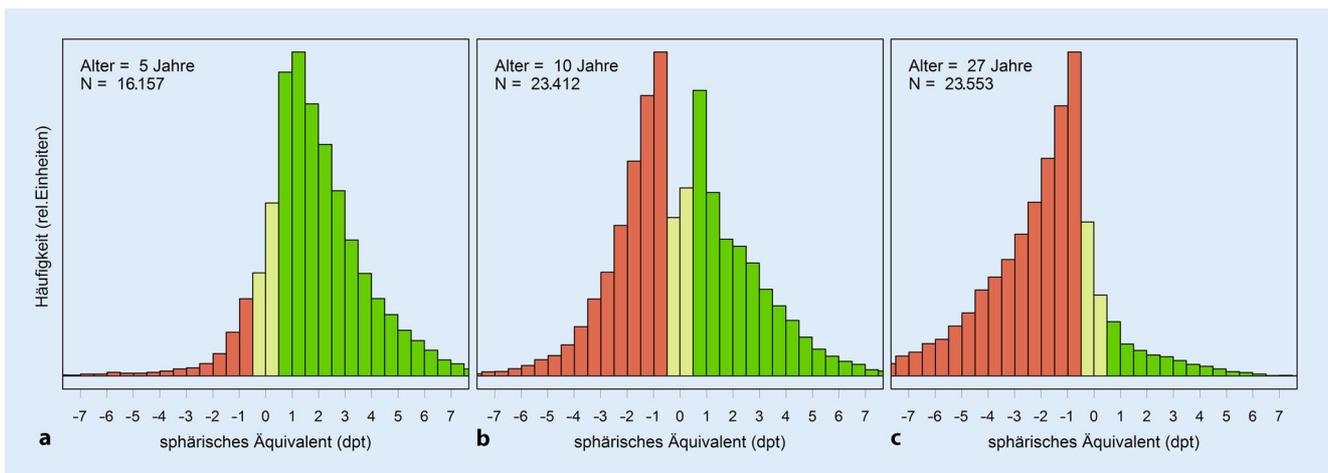
In ▣ **Tab. 1** sind zusammenfassend die Häufigkeit der Myopien und Hyperopien bezogen auf die Gesamtheit der Brillenträger in verschiedenen Lebensaltern eingetragen. Zusätzlich angegeben sind der



**Abb. 2** ▲ Anteile der verschiedenen Fehlsichtigkeiten an der Gesamtheit der Brillenträger als Funktion des Lebensalters. Grün: Personen mit Hyperopie. Rot: Personen mit Myopie. Gelb: Personen, die ihre Brille wegen einer Anisometropie mit Mittelwert nahe 0 dpt oder wegen eines Astigmatismus mixtus tragen



**Abb. 3** ▲ Mittleres sphärisches Äquivalent und Standardfehler als Funktion des Alters. Die roten Punkte kennzeichnen die Daten, durch die die 2 eingezeichneten Regressionsgeraden gelegt wurden. Die Kurve kreuzt die 0-dpt-Linie im Alter von 10,3 Jahren



**Abb. 4** ▲ Drei Beispiele für die Verteilung der individuellen sphärischen Äquivalente. a 5 Jahre alte Kinder. b 10 Jahre alte Kinder. c 27 Jahre alte Erwachsene. N ist die Gesamtzahl der Fehlsichtigen, die dem jeweiligen Histogramm zugrunde liegen. Grüne Balken: Hyperopie. Rote Balken: Myopie. Die gelben Balken enthalten Personen, deren mittleres sphärisches Äquivalent im offenen Intervall (-0,5 dpt/+0,5 dpt) liegt

Mittelwert und der Median des sphärischen Äquivalents. Aufgrund der Schiefe der Verteilungen unterscheiden sich die Zahlenwerte von Mittelwert und Median deutlich voneinander. Bei der Myopie ist der Mittelwert stärker „minus“ als der Median. Bei der Hyperopie ist der Mittelwert stärker „plus“ als der Median.

Die mittlere Myopie nimmt mit dem Alter zu. Die mittlere Hyperopie und der Median der Hyperopie bleiben näherungsweise konstant.

### Gab es Veränderungen zwischen 2000 und 2015?

Im Folgenden wird dargestellt, wie sich die 3 oben genannten Kriterien im Laufe der Zeit verändert haben.

### Wurde die Myopie häufiger?

Ein Anstieg der Myopiehäufigkeit wäre daran erkennbar, dass a) die Schulkinder früher kurzsichtig werden, b) am Ende der Schulzeit prozentual mehr Kinder kurzsichtig sind und c) die Erwachse-

nen häufiger kurzsichtig sind als in den Vorjahren.

Tatsächlich wurde dies aber nicht beobachtet (Abb. 5). Die blaue Linie (Quadrate), die die Jahre 2012 bis 2015 repräsentiert, verläuft nicht höher als in den Vorjahren. Die Myopie wurde von 2000 bis 2015 nicht häufiger.

Die Varianzanalyse findet zwar signifikante Unterschiede in den 4 Zeitbereichen. Das Ergebnis spricht aber gegen eine stetige Zunahme der Myopie im Laufe der Zeit. Der multiple paarweise Ver-

**Tab. 1** Prozentualer Anteil, mittlere Stärke und Median von Myopie ( $\leq -0,5$  dpt) und Hyperopie ( $\geq +0,5$  dpt) bezogen auf die Gesamtheit aller Brillenträger

Alter	Anteil Myopie (%)	Mittlere Myopie (dpt)	Median Myopie (dpt)	Anteil Hyperopie (%)	Mittlere Hyperopie (dpt)	Median Hyperopie (dpt)
5	8,7	-2,00	-1,13	79,5	2,40	2,00
5-9	19,4	-1,87	-1,25	67,7	2,29	1,81
10	45,9	-1,94	-1,50	41,9	2,30	1,88
10-14	58,4	-2,17	-1,75	30,4	2,33	2,00
15	70,2	-2,37	-1,88	18,3	2,35	1,94
15-19	72,5	-2,36	-1,81	14,9	2,28	1,88
20	75,1	-2,45	-1,88	12,7	2,25	1,88
20-24	76,6	-2,51	-1,94	11,3	2,23	1,81
25	78,5	-2,61	-2,06	10,3	2,22	1,81
25-29	78,8	-2,65	-2,06	10,1	2,21	1,81
30	78,6	-2,70	-2,13	10,5	2,26	1,81

gleich mit dem Holm-Sidak-Test ergibt u. a., dass die Myopie in den Jahren 2012 bis 2015 signifikant seltener auftrat als in den Jahren 2004 bis 2007. Ein ähnliches Ergebnis ergab sich bei der Untersuchung der stärkeren Myopien  $\leq -1,0$  dpt. Auch hier war die Myopie in den Jahren 2012 bis 2015 signifikant seltener als in der Zeit von 2000 bis 2011. Die Unterschiede zwischen den 4 Kurven sind aber gering ( $\sigma = \pm 1,3$  %).

Im Ergebnis hat sich der Anteil der Myopen an der Gesamtheit aller Brillenträger in Laufe der letzten 16 Jahre nicht vergrößert.

### Hat sich das mittlere sphärische Äquivalent verändert?

Wenn es innerhalb der Bevölkerung zu einer Zunahme der Myopie kommt, werden die Kinder früher kurzsichtig. Außerdem weiß man, dass der Endwert einer Myopie oft höher wird, wenn die Myopie früher beginnt [6, 7]. Dadurch würde das mittlere sphärische Äquivalent stärker negativ werden.

Tatsächlich zeigt das mittlere sphärische Äquivalent keine Veränderungen, die als Myopisierung in den 4 Beobachtungszeiträumen interpretiert werden können (Abb. 6). Alle 4 Kurven liegen eng beieinander. Die blaue Kurve (Quadrate), die die Jahre 2012 bis 2015 repräsentiert, verläuft im Bereich von 15 bis 28 Jahren oberhalb der Kurven für 2004 bis 2011. Sie ist also nicht in

Richtung „Minus“, sondern in Richtung „Plus“ verschoben.

Die Varianzanalyse bestätigt, dass das mittlere sphärische Äquivalent in den Jahren 2012 bis 2015 nicht stärker „negativ“, sondern signifikant stärker „positiv“ war als in den Jahren 2004 bis 2011.

Die Kurve für 2012 bis 2015 fällt im Bereich von 5 bis 15 Jahren nicht früher ab als die Kurve für 2008 bis 2011. Der Nulldurchgang für die 4 Zeiträume liegt bei  $10,3 \pm 0,2$  Jahren, das mittlere sphärische Äquivalent mit 27 Jahren beträgt unverändert  $-1,91 \pm 0,06$  dpt.

### Hat sich die Stärkenverteilung der Fehlsichtigkeiten verändert?

Abb. 7 zeigt die Verteilung der Fehlsichtigkeiten für 119.886 Brillenträger im Alter von 20 bis 24 Jahren. Dargestellt ist der Bereich von  $-7,5$  dpt bis  $+7,5$  dpt.

Wenn die Myopie in den letzten Jahren häufiger aufgetreten wäre als in den Vorjahren, müsste die blaue Kurve (Quadrate) im Bereich der negativen x-Achse (=Myopie) etwas höher als die anderen Kurven verlaufen und im Bereich der Hyperopie etwas niedriger. Dies ist nicht der Fall. Alle 4 Kurven verlaufen praktisch gleich. Mit der Varianzanalyse finden sich sowohl bei der Stärkenverteilung der Myopie als auch bei der Hyperopie keine signifikanten Veränderungen. Das gleiche Ergebnis findet man für die anderen Altersgruppen. Auch diese Analyse stützt die Hypothese, dass die Myopie in

den letzten Jahren nicht häufiger oder stärker war als in den Vorjahren.

## Diskussion und Zusammenfassung

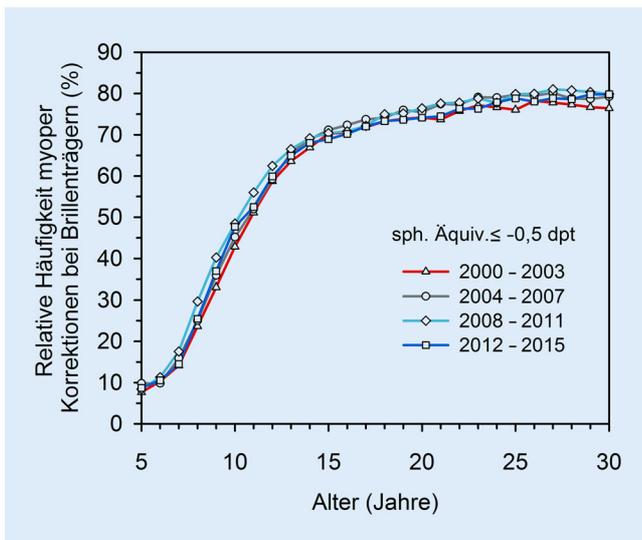
### Keine Zunahme der Myopie bei Personen von 5 bis 30 Jahren von 2000 bis 2015

In mehreren umfangreichen Arbeiten hat das E3-Consortium nachgewiesen, dass die Myopie in Europa in den letzten 100 Jahren häufiger wurde. Williams et al. [30] zeigten in ihrer Metaanalyse z. B., dass von den 50 bis 59 Jahre alten Personen, die nach 1940 geboren wurden, 22,5 % myop waren, während bei gleichaltrigen Personen, die vor 1940 geboren wurden, nur 17,8 % kurzsichtig waren. Auch der Effekt der höheren Schulbildung konnte klar herausgearbeitet werden [21, 30].

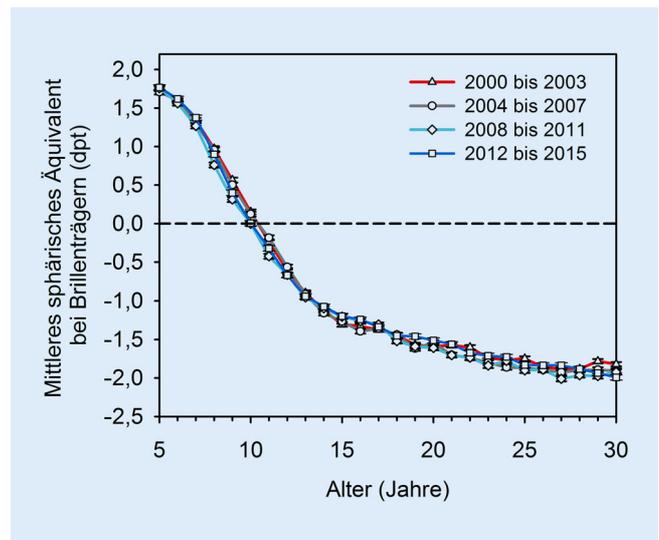
Auf der Basis von 145 Untersuchungen aus zahlreichen Ländern der Welt haben Holden et al. [9] Hochrechnungen zur globalen Prävalenz der Myopie bis 2050 vorgestellt. Nach diesen Hochrechnungen ist weltweit mit einem starken Anstieg der Kurzsichtigkeit zu rechnen. Für Mitteleuropa errechnete das Institut einen Anstieg von 27 % im Jahr 2010 auf 54 % im Jahr 2050.

In der vorliegenden Arbeit wurde nach einer Zunahme der Myopiehäufigkeit bei Kindern und jungen Erwachsenen gesucht. Die Ergebnisse belegen, dass die Myopie in Deutschland in den letzten 16 Jahren zumindest in der Altersgruppe von 5 bis 30 Jahren nicht weiter angestiegen ist. Alle 4 untersuchten Kriterien: die relative Häufigkeit der Kurzsichtigen unter den Brillenträgern (Abb. 5), die mittlere Brillenstärke und der Nulldurchgang (Abb. 6) sowie die Stärkenverteilung der Myopie (Abb. 7), haben sich nicht verändert. Es könnte also sein, dass die Myopieentwicklung in Deutschland bei Kindern und jungen Erwachsenen einen – evtl. vorläufigen – Höhepunkt erreicht hat.

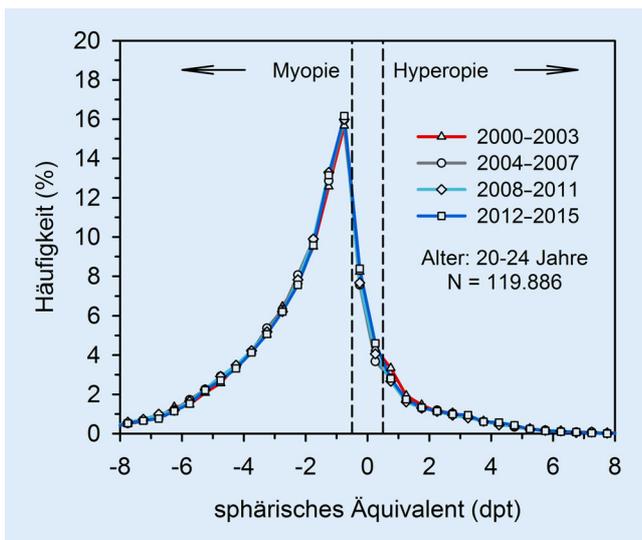
Das unterscheidet die Situation in Deutschland von der in Asien, denn z. B. in Taiwan vergrößerte sich die Myopiehäufigkeit bei 12-jährigen Schulkindern in der Zeit von 1983 bis 2000 von 37 %



**Abb. 5** ▲ Relative Häufigkeit der Personen mit Myopie innerhalb der Gesamtheit aller Brillenträger in den 4 in der Legende gekennzeichneten Zeitbereichen als Funktion des Alters. Die durch Quadrate gekennzeichnete *blaue Kurve* für 2012 bis 2015 verläuft nicht höher als die anderen Kurven. Die Myopie war also nicht häufiger als in den Vorjahren



**Abb. 6** ▲ Veränderung des mittleren sphärischen Äquivalents in den 4 gekennzeichneten Zeitbereichen als Funktion des Alters. Die durch Quadrate gekennzeichnete *blaue Kurve* für 2012 bis 2015 fällt nicht früher ab und verläuft nicht unterhalb der anderen Kurven. Das sphärische Äquivalent war also im Mittel nicht stärker negativ als in den Vorjahren



**Abb. 7** ◀ Häufigkeit unterschiedlich starker Fehlsichtigkeiten in der Altersgruppe der 20 bis 24 Jahre alten Brillenträger. Alle 4 Kurven verlaufen praktisch gleich. Eine Zunahme der Myopien ist nicht erkennbar

auf 61 %. Das mittlere sphärische Äquivalent der 12-Jährigen verstärkte sich von  $-0,48$  dpt auf  $-1,45$  dpt. Der Nulldurchgang lag 1986 bei einem Alter von 10,3 Jahren und im Jahr 2000 bei 7,5 Jahren an [18].

### Prävalenz der Myopie innerhalb der 20 bis 29 Jahre alten Bevölkerung

Aus den Allensbach Brillenstudien [1], die von 1952 bis 2014 alle 2 bis 3 Jahre wiederholt wurden, ist bekannt, dass von

1983 bis 2014 konstant  $29,5 \pm 2,1$  % der 20 bis 29-jährigen Bundesbürger ständig oder gelegentlich eine Korrektionsbrille trugen. Wenn man diese 29,5 % mit dem prozentualen Anteil der Kurzsichtigen unter den 20- bis 29-jährigen von 78 % (Tab. 1) multipliziert, erhält man für die Prävalenz der Myopie innerhalb der 20 bis 29 Jahre alten Bevölkerung einen Wert von 23 %. Dieser Wert ist ein unterer Grenzwert, denn es kommen noch alle Kurzsichtigen hinzu, die überhaupt keine Korrektion tragen und von

der vorgelegten Studie nicht erfasst wurden.

Im Literaturvergleich liegt der Wert von 23 % im unteren Bereich. Jacobsen [11] fand unter dänischen Rekruten nur 12,8 % Kurzsichtige  $\leq -0,5$  dpt. Bei finnischen Rekruten ermittelte Vannas [25] 22,2 % Myopie. Rudnicka [22] führte eine umfangreiche Übersichtsarbeit zur weltweiten Myopieprävalenz von Kindern durch und fand bei 18-jährigen „Weißen europäischer Abstammung“ 22,8 % Kurzsichtige. Das E3-Consortium [29] berichtete mit einem strengeren Myopiekriterium von  $\leq -0,75$  dpt, dass von den 20- bis 24-Jährigen 34,2 % und von den 25- bis 29-Jährigen 47,2 % kurzsichtig waren. In den USA sollen sogar 51,3 % der „nicht-spanischen Weißen“ eine Myopie von mindestens  $-0,5$  dpt haben [26].

Ob die weltweit beobachtete Zunahme der Myopiehäufigkeit in Deutschland bereits ihren Höhepunkt erreicht hat oder nur eine Pause einlegt, ist nicht klar erkennbar. Auf der Suche nach einer Interpretation der Ergebnisse könnten folgende Überlegungen wichtig sein:

a) Die „Myopieepidemie“ in Asien ist zu einem wesentlichen Teil den Veränderungen der Lebensbedingungen zuzuschreiben. Korea und China haben in

den vergangenen 50 Jahren rasche Phasen der Technisierung und der Verstärkung durchlebt. Solche Phasen mit dramatischen gesellschaftlichen Veränderungen gab es auch in Deutschland, doch der Beginn der Industrialisierung und Technisierung liegt in Deutschland schon viele Jahrzehnte zurück. Insofern könnte es sein, dass die Hauptphase der Myopieprogression in Deutschland bereits vorbei ist. So berichtete Hermann Cohn bereits 1892 davon, dass 59 % der damaligen Abiturienten kurzsichtig waren. Bei Untersuchungen an 1385 Theologiestudenten fand er sogar eine Myopieprävalenz von 78–81 % (zitiert nach Schaeffel [24]). Wenn man diese Werte mit den Angaben der Gutenbergstudie [21] vergleicht, nach der in Deutschland 53 % der Personen mit einem Universitätsstudium kurzsichtig waren, erkennt man, dass die Myopie unter Personen mit einer hohen Schulbildung schon 1892 ähnlich häufig war wie heute.

b) Das anstrengende Schulsystem in Asien, bei dem von den Kindern eine ständige Bereitschaft zu ganztägigem Lernen gefordert wird, unterscheidet sich deutlich vom Schulsystem in Deutschland. So sind in Asien die Anzahl der Lernstunden pro Tag und der Anteil der Naharbeit höher als in Deutschland. Zudem ist die Zeitdauer, die sich Kinder im Freien aufhalten, in den asiatischen Großstädten geringer als bei uns. Auch dies könnte ein Grund für die höhere Myopieprävalenz in Asien sein [12, 23].

c) Es ist darüber hinaus bekannt, dass europäische Kinder weniger anfällig für die Myopie sind als asiatische. Dies zeigte u. a. die Arbeit von Lam et al. [15], in der die Rassenzugehörigkeit der Schulkinder mitberücksichtigt wurde. Lam verglich chinesische und europäisch-kaucasische Kinder, die in Hongkong in die gleiche Schule gingen. Dabei ergab sich, dass die europäischen Kinder nur halb so oft kurzsichtig wurden wie die asiatischen.

d) Schließlich stagniert auch in Dänemark und Norwegen die Häufigkeit der Myopie [5, 11] unter jungen Erwachsenen.

## Umfang und Qualität der Stichprobe

In dieser Arbeit wurden 611.705 Brillenträger untersucht. Aufgrund der großen Fallzahl ergibt sich eine hohe statistische Sicherheit. Im Mittel standen für jedes einzelne Lebensjahr über 23.000 Messwerte zur Verfügung. Deshalb konnte z. B. das mittlere sphärische Äquivalent für jedes einzelne Lebensjahr mit einem Standardfehler von nur 0,016 dpt bestimmt werden.

Zusätzlich ist die Qualität der Daten hoch, denn alle Refraktionswerte basieren auf einer fachgerechten Untersuchung durch einen Augenarzt oder Augenoptiker. Bei den Erwachsenen war die Untersuchung im Normalfall eine subjektive Refraktionsbestimmung. Bei den jungen Kindern wurden die Refraktionswerte mit der Skiaskopie in Zykloplegie ermittelt. Mit allen Refraktionswerten wurde eine Brille angefertigt und abgegeben. In anderen epidemiologischen Studien wurden die gemessenen Refraktionswerte normalerweise nicht in Korrektionsbrillen eingearbeitet und getragen. Manchmal wurden sogar Autorefraktometerwerte verwendet, die nicht so genau sind. In epidemiologischen Studien an Kindern ist es zudem oft schwierig, die Einwilligung der Eltern zur Zykloplegie zu erhalten.

## Derzeitige Situation in Deutschland

Der Anteil der kurzsichtigen Kinder steigt in der Schulzeit steil an (Abb. 2). Von den 5 Jahre alten Kindern mit Brille sind nur etwa 9 % kurzsichtig. Mit 10 Jahren gibt es bereits mehr myope als hyperope Kinder mit Brille. Mit 25 bis 29 Jahren erreicht der Anteil der Myopen ein Maximum (Tab. 1). Dann sind 78,8 % aller Brillenträger kurzsichtig. Dieses Ergebnis stimmt mit den Angaben des E3-Consortiums überein [29]. Auch dort lag die Peak-Prävalenz im Altersbereich von 25 bis 29 Jahren.

Bei der Myopieentwicklung gibt es 2 verschiedene Stadien. Zwischen dem 8. und dem 12. Lebensjahr nimmt die Anzahl der kurzsichtigen Kinder sehr schnell zu (Abb. 2). In diesem Altersbe-

reich fällt die Kurve des mittleren sphärischen Äquivalents mit einer Geschwindigkeit von  $-0,38$  dpt pro Jahr (Abb. 3). Die Entwicklung der „normalen“ Schulmyopie beruhigt sich mit etwa 18 Jahren. Danach haben die meisten Kurzsichtigen ihren Endwert erreicht. Bei einer gewissen Anzahl von Personen schreitet die Myopie auch nach dem 20. Lebensjahr noch weiter voran und führt schließlich zu einer hohen Myopie. Diese hohe Myopie stabilisiert sich erst jenseits des 30. Lebensjahrs.

Auch in der COMET-Studie [2] kann man diese 2 Phasen der Myopieentwicklung wiederfinden. Dort wird beschrieben, dass sich die Myopie im Mittel mit 16,4 Jahren ihrem Endwert bis auf  $-0,5$  dpt angenähert hat. Mit 18 Jahren hatten trotzdem erst 75 % aller kurzsichtigen „Weißen“ ihren Endwert erreicht. Bei den restlichen 25 % schritt die Myopisierung noch weiter fort. Diese Phase dauert auch in der COMET-Studie bis etwa zum 30. Lebensjahr.

## Mögliche Fehlerquellen

In dieser Arbeit wurden keine Anzeichen für eine Zunahme der Myopie bei Schulkindern und jungen Erwachsenen gefunden. Dieses Ergebnis kann durch Auswahlwirkungen beeinflusst sein. Einige sollen hier exemplarisch genannt werden.

a) Es ist bekannt, dass die Prävalenz der Myopie vom Bildungsstand abhängt [21, 27, 30]. Da die Zahl der Personen mit FH-Reife und Abitur in Deutschland von 33,5 % im Jahr 2000 auf 45,2 % im Jahr 2015 angestiegen ist [28], würde man bei den vorgelegten Ergebnissen eigentlich einen Anstieg der Myopiehäufigkeit erwarten. Da dieser Anstieg aber nicht gefunden wurde, könnte man mit „Bildungsstand-standardisierten“ Daten evtl. sogar eine Abnahme der Myopiehäufigkeit von 2000 bis 2015 nachweisen.

b) Die Kontaktlinsenträger wurden nur über ihre „Reservebrille“ erfasst. Der Einfluss auf die Zeitreihenanalyse wird aber vermutlich klein sein, da sich die Prozentzahl der Kontaktlinsenträger im betrachteten Zeitraum nicht wesentlich verändert hat. In den Jahren 1999 bis 2014 trugen in Westdeutschland  $2,6 \pm$

0,5 % der Erwachsenen über 16 Jahre *regelmäßig* Kontaktlinsen. In Ostdeutschland waren es  $2,0 \pm 0,4$  %. Insgesamt nur 1,0 % trugen ausschließlich Kontaktlinsen [1]. Darüber hinaus ist der Anteil der Kontaktlinsenträger unter den hier betrachteten Kindern und Jugendlichen wesentlich geringer als bei den Erwachsenen.

c) Die Refraktionsfehler von Männern (Jungen) und Frauen (Mädchen) unterscheiden sich voneinander [14, 17, 20, 26]. Wenn sich in den 4 betrachteten Zeiträumen die Anteile der Geschlechter verändert hätten, könnte dies das Ergebnis beeinflussen. Dieser Effekt kann ausgeschlossen werden, da der Anteil der Geschlechter in den 4 Zeiträumen gleich blieb (Anteil der Männer:  $45,6 \pm 0,5$  %).

d) Der untersuchte Datensatz enthält ausschließlich Refraktionswerte von Personen, die eine neue Brille bekamen. Es fehlen die Personen, die trotz Fehlsichtigkeit keine Brille tragen. Dies betrifft erstens Kinder mit einer geringgradigen Hyperopie, denn selbst wenn bei einer Vorsorgeuntersuchung eine Hyperopie entdeckt wird, folgt nicht zwangsläufig eine Brillenkorrektur. Zweitens sind auch nicht alle hyperopen Erwachsenen erfasst. Viele junge Hyperope tragen bei leichter Hyperopie keine Brille und werden erst im jungpresbyopen Alter korrigiert. Drittens weiß man, dass nicht alle myopen Kinder entdeckt und mit Brille versorgt werden [19]. Man kann aber davon ausgehen, dass alle Kurzsichtigen, die einen Führerschein haben, im untersuchten Datensatz enthalten sind, denn beim Führerscheinsehtest fallen auch Personen mit einer geringen Myopie auf.

Diese Auswahleffekte beeinflussen die Ergebnisse aber nur dann, wenn sich der Anteil der nicht korrigierten Bevölkerung von 2000 bis 2015 deutlich verändert hat. Das ist eher unwahrscheinlich.

## Fazit für die Praxis

**Epidemiologische Studien haben ergeben, dass die Kurzsichtigkeit in den letzten Jahrzehnten immer häufiger wurde. Nach den hier vorgelegten Daten stieg die Myopiehäufigkeit in Deutschland bei 5 bis 30 Jahre alten Personen in den**

**letzten 16 Jahren aber nicht mehr weiter, sondern stagniert derzeit auf hohem Niveau. Fast 80 % der 25 bis 29-jährigen Brillenträger sind kurzsichtig. Ob es durch den Einfluss von Smartphone und Tablett in den nächsten Jahren zu einem erneuten Ansteigen der Myopie kommen wird, steht noch nicht fest.**

## Korrespondenzadresse

PD Dr. W. Wesemann

Grimmelshausenstr. 9, 50996 Köln, Deutschland  
wfwesemann@gmail.com

**Danksagung.** Der Autor dankt der Fa. Euronet Software AG, 50226 Frechen-Königsdorf, für die Bereitstellung der anonymisierten Daten.

**Förderung.** Diese Untersuchung wurde durch die Forschungsgemeinschaft Deutscher Augenoptiker gefördert.

## Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** W. Wesemann gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine vom Autor durchgeführten Studien an Menschen oder Tieren.

## Literatur

- Allensbach (2014) Brillenstudie 2014. Auszüge der Daten zum Thema Brille unter <https://www.sehen.de/presse/pressemitteilungen/zahlen-fakten/neue-allensbach-brillenstudie/> und dort: Download Presstext Allensbachs-B Brillenstudie „Sehbewusstsein der Deutschen“ (Anahng A) (PDF, 581 kB) (Quelle der Kontaktlinsendaten: Brillenstudie 2014, S. 15–16. Allensbacher Archiv, IFD-Umfragen, zuletzt 11031 und 11032. Auszüge auch unter <http://cms.augeninfo.de/nc/hauptmenu/presse/statistiken/statistik-kontaktlinsen.html>). Zugegriffen: 31.10.2017
- The COMET Group (2013) Myopia stabilization and associated factors among participants in the Correction of Myopia Evaluation Trial (COMET). Invest Ophthalmol Vis Sci 54:7871–7883
- Dolgin E (2016) The myopia boom. Nature 519:276–278
- Euronet Software AG (2016) Betriebsvergleich-Archiv. <http://www.euronet-ag.de/market-research/archiv>. Zugegriffen: 31.10.2017
- Fledelius HC (2000) Myopia profile in Copenhagen medical students 1996–98. Refractive stability over a century is suggested. Acta Ophthalmol Scand 78:501–505
- Grosvenor TP (1989) Primary care optometry. Fairchild Publications, New York
- Gwiazda J, Hyman L, Dong LM, Everett D, Norton T, Kurtz D, Manny R, Marsh-Tootle W, Scheiman M (2007) Factors associated with high myopia after 7 years of follow-up in the Correction of Myopia Evaluation Trial (COMET) Cohort. Ophthalmic Epidemiol 14:230–237
- Hedderich J, Sachs L (2012) Angewandte Statistik. Methodensammlung mit R, 14. Aufl. Springer, Berlin, Heidelberg
- Holden BA, Fricke TR, Wilson DA et al (2016) Global prevalence of myopia and high myopia in temporal trends from 2000 through 2050. Ophthalmology 123:1036–1042
- Hopf S, Pfeiffer N (2017) Epidemiologie der Myopie. Ophthalmologie 114:20–23
- Jacobsen N, Jensen H, Goldschmidt E (2007) Prevalence of myopia in Danish conscripts. Acta Ophthalmol Scand 85:165–167
- Jones LA, Sinnott LT, Mutti DO et al (2007) Parental history of myopia, sports and outdoor activities, and future myopia. Invest Ophthalmol Vis Sci 48:3524–3532
- Jung SK, Lee JH, Kakizaki H, Jee D (2012) Prevalence of myopia and its association with body stature and educational level in 19-year-old male conscripts in Seoul, South Korea. Invest Ophthalmol Vis Sci 53:5579–5583
- Kempen JH, Mitchell P, Lee KE, Tielsch JM, Broman AT, Taylor HR, Ikram MK, Congdon NG, O'Colmain BJ, Eye Diseases Prevalence Research Group (2008) The prevalence of refractive errors among adults in the United States, Western Europe, and Australia. Arch Ophthalmol 122:495–505
- Lam CSY, Goldschmidt E, Edwards MH (2004) Prevalence of myopia in local and international schools in Hong Kong. Optom Vis Sci 81:317–322
- Lin LL-K, Shih Y-F, Lee Y-C, Hung P-T, Hou P-K (1996) Changes in ocular refraction and its components among medical students. A 5-year longitudinal study. Optom Vis Sci 73:495–498
- Lin LL, Shih YF, Hsiao CK, Chen CJ, Lee LA, Hung PT (2001) Epidemiologic study of the prevalence and severity of myopia among schoolchildren in Taiwan in 2000. J Formos Med Assoc 100:684–691
- Lin LL, Shih YF, Hsiao CK, Chen CJ (2004) Prevalence of myopia in Taiwanese schoolchildren: 1983–2000. Ann Acad Med Singap 33(1):27–33
- Logan et al (2012) ARVO 2012, #2311, S 738 (zitiert nach Schaeffel [23])
- Midelfart A, Klinge B, Midelfart S, Lydersen S (2002) Prevalence of refractive errors in young and middle-aged adults in Norway. Acta Ophthalmol Scand 80:501–505
- Mirshahi A, Ponto KA, Hoehn R, Zwiener I, Zeller T, Lackner K, Beutel ME, Pfeiffer N (2014) Myopia and level of education: results from the Gutenberg Health Study. Ophthalmology 121:2047–2052
- Rudnicka AR, Kapetanakis VV, Wathern AK et al (2016) Global variations and time trends in the prevalence of childhood myopia, a systematic review and quantitative meta-analysis: implications for aetiology and early prevention. Br J Ophthalmol. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2015-307724>
- Schaeffel F (2012) Klinische Risikofaktoren der Myopieprogression. Ophthalmologie 109:738–748
- Schaeffel F (2016) Myopia—what is old and what is new? Optom Vis Sci 93:1022–1030
- Vannas AE, Ying GS, Stone RA et al (2003) Myopia and natural lighting extremes: risk factors in Finnish army conscripts. Acta Ophthalmol Scand 81:588–595
- Vitale S, Ellwein L, Cotch MF, Ferris III FL, Sperduto R (2008) Prevalence of refractive error in the United States, 1999–2004. Arch Ophthalmol 126:1111–1119
- Vitale S, Sperduto R, Ferris F (2009) Increased prevalence of myopia in the United States between 1971–1972 and 1999–2004. Arch Ophthalmol 127:1632–1639

- 
28. Wikipedia (2017) Abiturientenquote und Studienanfängerquote. [https://de.wikipedia.org/wiki/Abiturientenquote\\_und\\_Studienanf%C3%A4ngerquote](https://de.wikipedia.org/wiki/Abiturientenquote_und_Studienanf%C3%A4ngerquote). Zugegriffen: 2. Juli 2017
  29. Williams KM, Verhoeven VJM, Cumberland P et al (2015a) Prevalence of refractive error in Europe: the European eye epidemiology (E3) consortium. *Eur J Epidemiol* 30:305–315
  30. Williams KM, Bertelsen G, Cumberland P et al (2015b) Increasing prevalence of myopia in Europe and the impact of education. The European Eye Epidemiology (E3) Consortium. *Ophthalmology* 122:1489–1497
  31. Wolfram C (2017) Epidemiologie von Refraktionsfehlern. *Ophthalmologie* 114:673–682
  32. Ziemssen F, Lagrèze W, Voykov B (2017) Sekundärerkrankungen bei hoher Myopie. *Ophthalmologie* 114:30–43