

Teilnahme an der
CME-Fortbildung
nur für Abonnenten
der ZPA möglich.



Klinische Visusbestimmung

(Clinical Visual Acuity Assessment)

MICHAEL GRÄF
GIESSEN

Zusammenfassung: Zur Bestimmung der Sehschärfe werden unterschiedliche Strategien angewendet. In diesem Artikel werden die Stufenstrategie („Stair Case“-Methode), das BestPEST („Best Parameter Estimation by Sequential Testing“), die Grenzmethode, die Herstellungsmethode, das Vorgehen nach DIN 58220/EN ISO 8596 und Modifikationen dieser Strategien diskutiert. Der Visus ist indirekt über die Sehzeichengröße definiert, bei der nicht 100%, sondern zirka 60% der angebotenen Zeichen korrekt benannt werden. Dazu muss der Patient unsicher oder nicht erkannte Sehzeichen zwangsläufig raten. Diese „Forced Choice“ ist oft schwer zu vermitteln, aber zur korrekten Visusbestimmung ebenso unerlässlich wie die Einhaltung der übrigen Untersuchungsvorschriften. Besonders im unteren Visusbereich ist die Verwendung von Sehprobentafeln sinnvoll, weil der Messbereich von Visusprojektoren in der üblichen Prüfdistanz limitiert ist.

Z. prakt. Augenheilkd. 42: 513–524 (2021)

Summary: Different strategies are available for the assessment of visual acuity. This paper describes the staircase-procedure, the BestPEST (Best Parameter Estimation by Sequential Testing), the DIN 58220/EN ISO 8596 and several modifications of these strategies. The DIN 58220/EN ISO 8596 defines visual acuity by a 60% criterion, thus implying to guess, if recognition of the optotypes is uncertain. Aiming at a correct determination of visual acuity, it is therefore mandatory to use a forced-choice-procedure beside the consideration of all the other regulations. This applies without restrictions also to visual acuity determination in low vision range. Particularly in the lower visual acuity range, the use of visual test charts is particularly helpful because the measuring range of visual projectors is limited at the usual test distance.

Z. prakt. Augenheilkd. 42: 513–524 (2021)

Schlüsselwörter: Sehschärfe, Visus, Visusbestimmung, Sehprobentafel, Sehzeichenprojektor

Keywords: visual acuity, visual acuity determination, eye test chart, eye test projector

Unabhängigkeitserklärung der Autoren: Die Autoren versichern, dass sie keine Verbindungen zu einer der Firmen, deren Namen oder Produkte in dem Artikel aufgeführt werden, oder zu einer Firma, die ein Konkurrenzprodukt vertreibt, unterhalten. Die Autoren unterlagen bei der Erstellung des Beitrages keinerlei Beeinflussung. Es lagen keine kommerziellen Aspekte bei der inhaltlichen Gestaltung zugrunde.

Sofern in dieser Zeitschrift eingetragene Warenzeichen, Handelsnamen und Gebrauchsnamen verwendet werden, auch wenn diese nicht als solche gekennzeichnet sind, gelten die entsprechenden Schutzbestimmungen.

Einzel angeboten ist ein Sehzeichen (Optotype) leichter zu erkennen als in einer Reihe eng benachbart angeordneter Sehzeichen.

Die Visusbestimmung ist ein wesentliches Element augenärztlicher Diagnostik. Dieser Artikel behandelt einige Grundlagen der Visusbestimmung.

Physiologische Einflüsse auf die Sehschärfe

Die erreichbare Sehschärfe ergibt sich aus der Abbildungsschärfe des Netzhautbildes, der Photorezeptordichte, der Organisation und Interaktion der rezeptiven Felder in der Netzhaut, der Qualität der Reizweiterleitung im Sehnerv und der weiteren Sehbahn und schließlich der zerebralen Verarbeitung. Ob ein visueller Reiz wahrgenommen bzw. erkannt wird, hängt vom Kontrast und der Stabilität seines Netzhautbildes, der Applikationsdauer, der Art des Reizes (Sehzeichen, Gittermuster, Noniusreize), seiner Periodizität und Gesamtfläche sowie von flankierenden Reizen ab.

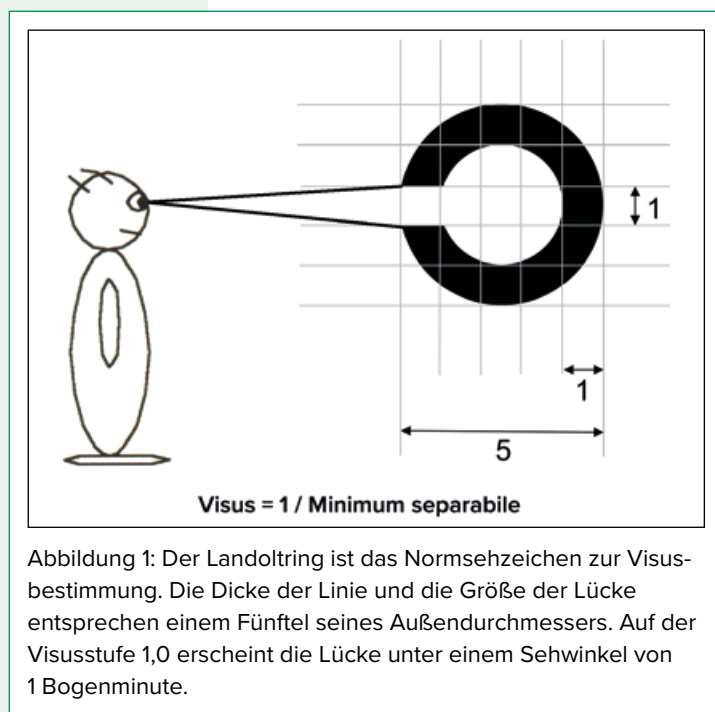


Abbildung 1: Der Landoltring ist das Normsehzeichen zur Visusbestimmung. Die Dicke der Linie und die Größe der Lücke entsprechen einem Fünftel seines Außendurchmessers. Auf der Visusstufe 1,0 erscheint die Lücke unter einem Sehwinkel von 1 Bogenminute.

Trennschwierigkeiten bei Amblyopie

Einzel angeboten ist ein Sehzeichen (Optotype) leichter zu erkennen als in einer Reihe eng benachbart angeordneter Sehzeichen. Ausgeprägte Trennschwierigkeiten für eng benachbarte Objekte sind typisch für eine Amblyopie. Deshalb sind Tests mit eng angeordneten Sehzeichen in der Amblyopiediagnostik Tests mit großem Optotypenabstand deutlich überlegen. Trotz eines normalen Visus für „Einzelsehzeichen“ kann bei Verwendung von „Reihensehzeichen“ eine deutliche Amblyopie auffallen. Vor der Entscheidung, ob eine Amblyopietherapie nötig ist oder beendet werden kann, ist daher unbedingt die Visusbestimmung mit eng angeordneten Optotypen erforderlich. Als Tests stehen zur Verfügung: C-Test 17,2' (besser 2,6'), „Lea Crowded Symbols“ oder ETDRS-Karten [6, 8, 11, 12].

Visusprojektoren liefern zwar mehrere Zeichen in einer Reihe, jedoch ist der Abstand zwischen den Zeichen in der Regel zu groß. Um Trennschwierigkeiten („Crowding“) sicher festzustellen, ist am besten der C-Test mit 2,6' Sehzeichenabstand geeignet. Lea-Symbole, bei denen der Sehzeichenabstand proportional zur Sehzeichengröße abnimmt, sind für Kinder ebenfalls sehr gut geeignet.

Normsehzeichen ist der Landoltring

Das Normsehzeichen ist der Landoltring (Abbildung 1). Die Dicke der Linie und die Größe der Lücke entsprechen einem Fünftel des Außendurchmessers des Rings. Unter idealen Bedingungen ist die Lücke von jungen Augengesunden unter einer halben Sehwinkelminute bzw. 30 Bogensekunden erkennbar. Auch ein schwarzweißes Streifenmuster

ist erst ab dieser Linienstärke von einer homogen grauen Fläche gleicher mittlerer Leuchtdichte zu unterscheiden. Dagegen werden Noniusreize, beispielsweise ein seitlicher Versatz in einer Linie, schon unter einem Sehwinkel von 5 Bogensekunden erkannt. Eine dunkle Linie vor hellem Hintergrund kann unter idealen Kontrastbedingungen sogar unter einem Winkel von nur 1 Bogensekunde wahrgenommen werden, das entspricht der Wahrnehmung eines 2 cm dicken Seils aus einer Entfernung von bis zu 4 km.

Minimum separabile

Das Minimum separabile entspricht dem kleinsten Sehwinkel unter dem zwei „Punkte“ noch getrennt wahrgenommen werden (normal 0,5 bis 1 Bogenminute = 30 bis 60 Sekunden). Es hängt ab von der Dichte der retinalen Photorezeptoren, die in der Foveola bekanntlich am größten ist, ganz wesentlich aber von deren neuronalen Verschaltung und der Verarbeitung im visuellen Kortex.

Bei Verwendung von Punkt- und Musterreizen zur objektiven Sehschärfestimmung ist zu beachten, dass krankhafte Prozesse die Erkennbarkeit des Landoltrings und die Lesefähigkeit oft wesentlich stärker beeinträchtigen als die Fähigkeit, ein Schachbrettmuster oder ein Gitter aus periodischen schwarz-weißen Linienpaaren von einer homogen grauen Fläche gleicher mittlerer Leuchtdichte zu unterscheiden (Gittersehschärfe) oder als die Wahrnehmbarkeit reiner Kontrastreize [13]. Selbst bei „angeschlossenen“ Zahlen, Buchstaben oder anderen Optotypen, die so groß sein sollen, dass sie den gleichen Visuswert liefern wie das Normsehzeichen Landoltring, ist eine Übereinstimmung nur bei normalem Visus gegeben oder es besteht schon im Normalbereich eine Abweichung [19]. Im unteren Visusbereich sind größere Abweichungen

möglich [18]. Um die Visusentwicklung eines Patienten zu verfolgen, ist es daher sinnvoll, immer dieselben Zeichen zu benutzen. Bei häufiger Wiederholung kann deren Reihenfolge variiert werden.

Angabe der Sehschärfe

Kehrwert der Sehschärfe ist der „Minimum Angle of Resolution“ (MAR) in Bogenminuten. (Tabelle 1). Wenn also eine 5 Bogenminuten große Lücke des Landoltrings eben noch erkannt wird, beträgt die Sehschärfe $1/5 = 0,2$. Neben dieser in Deutschland üblichen Angabe der „dezimalen Sehschärfe“ ist in angelsächsischen Ländern die Angabe als „Snellen-Bruch“ verbreitet. Für den unteren Visusbereich ist auch in Deutschland teilweise noch die Angabe als Bruch geläufig, mit der Prüfdistanz im Zähler und der Distanz, in welcher diese Zeichengröße einem Visus von

Das Minimum separabile entspricht dem kleinsten Sehwinkel unter dem zwei „Punkte“ noch getrennt wahrgenommen werden.

Kehrwert der Sehschärfe ist der „Minimum Angle of Resolution“ (MAR) in Bogenminuten.

Übliche und logarithmische Darstellung des Minimum separabile

Der Visus wird als Kehrwert des Minimum separabile (MAR) angegeben. MAR ist die Abkürzung für „Minimum Angle of Resolution“.
 $\text{Visus} = 1 / \text{MAR}$

Je schärfer das Sehen, umso höher ist der Visus.

LogMAR ist der dekadische Logarithmus des MAR: $\text{LogMAR} = \log(1/\text{Visus})$. LogMAR-Werte sind daher gegenläufig zu Visuswerten (Tabelle 1).

0,3 LogMAR bedeutet: $\text{LogMAR} = 0,3$, entsprechend 0,5 (Tabelle 1).

LogMAR-Werte vereinfachen statistische Berechnungen. Um das geometrische Mittel aus mehreren Visuswerten zu bilden, kann man das arithmetische Mittel der entsprechenden LogMAR-Werte delogarithmieren.

Beispiel:

Das Mittel aus Visus 0,1 und Visus 1,0 beträgt nicht

$$(0,1 + 1,0) : 2 = 0,55$$

sondern

$$\sqrt{1,0 \times 0,1} = \sqrt{0,1} = 0,32.$$

Einfacher für die Mittelung vieler Werte ist

$$(0 \text{ LogMAR} + 1,0 \text{ LogMAR}) : 2 = 0,5 \text{ LogMAR}, \text{ entsprechend } 0,32$$

Für periodische Reize ist die Angabe der Ortsfrequenz des Musters üblich. Die Ortsfrequenz wird in Zyklen oder Perioden pro Grad angegeben.

1,0 entspricht, im Nenner. Im Englischen sind beispielsweise für Visus 0,2 die Angaben 6/30 oder 20/100 üblich, auch wenn die Prüfdistanz nicht unbedingt 6 m oder 20 Fuß betrug, zum Beispiel bei Nahsehproben [21].

Für periodische Reize ist die Angabe der Ortsfrequenz (Wiederholrate einer sich räumlich wiederholenden Größe) des Musters üblich. Die Ortsfrequenz wird in Zyklen oder Perioden pro Grad („cycles per degree“, cpd) angegeben. Eine Periode besteht auf den Teller-Acuity-Karten aus einem schwarzen und einem weißen Streifen [14, 20]. Diese Karten sind auf der einen Hälfte homogen grau, auf der anderen tragen sie ein Schwarz-Weiß-Gitter, welches die Aufmerksamkeit von Säuglingen erregt und deren Blick auf sich

zieht („Preferential Looking“, PL). Bei einem Sinusgitter mit fließenden Helligkeitsübergängen entspricht die Strecke von einem Helligkeitsgipfel zum nächsten einer Periode. Bei einem Schachbrettmuster entspricht eine Periode der fundamentalen Ortsfrequenz der Länge der Diagonalen durch ein Kästchen. Der Umrechnungsfaktor von cpd zur Dezimalangabe ist 30. Dreißig Perioden pro Grad, also 60 Streifen mit einer Dicke von je 1 Bogenminute, entsprechen einer Gittersehstärke von 1,0. Man sollte diesen Wert nicht als Visusäquivalent bezeichnen, denn er ist nicht unbedingt äquivalent und kann vom Visus erheblich abweichen – z. B. beim Vorliegen einer Amblyopie

Tabelle 1: Dezimale Sehschärfewerte, Snellenwerte, entsprechender minimaler Auflösewinkel (MAR) und dessen dekadischer Logarithmus (logMAR). Die Werte sind teilweise gerundet. Die Folge setzt sich nach oben und unten weiter fort.

Sehschärfe	Snellenäquivalent	MAR	logMAR
2,0	6/3	20/10	0,50'
1,6	6/3,75	20/12	0,63'
1,25	6/4,8	20/16	0,8'
1,0	6/6	20/20	1,0'
0,8	6/7,5	20/25	1,3'
0,63	6/10	20/30	1,6'
0,5	6/12	20/40	2,0'
0,4	6/15	20/50	2,5'
0,32	6/18	20/60	3,2'
0,25	6/24	20/80	4,0'
0,2	6/30	20/100	5,0'
0,16	6/38	20/120	6,3'
0,12	6/48	20/160	7,9'
0,1	6/60	20/200	10,0'
0,08	6/75	20/250	12,6'
0,06	6/100	20/300	15,8'
0,05	6/120	20/400	20,0'

Sinnvolle Abstufung der Sehzeichengröße

Zur Abstufung der Sehzeichengröße ist eine „logarithmisch äquidistante Skala“ sinnvoll. Dem entspricht die DIN 58220 bzw. die europäische Norm EN ISO 8596. Eine „arithmetische Skala“ mit konstanter Differenz von einer zur nächsten Stufe ist für die Sehschärfestimmung ungeeignet, sie führt zu einer unnötigen Genauigkeit im oberen Visusbereich (1,2; 1,3; 1,4; 1,5; ...) bei immenser Ungenauigkeit im unteren Visusbereich (...; 0,3; 0,2; 0,1; 0). Diese lineare Skala suggeriert, besonders in unzulässigen Prozentwerten, die irriige Vorstellung, dass zwischen 0,01 und 0,04 nur „3% Sehschärfe“ lägen, gegenüber „35%“ zwischen 1,25 und 1,6. In diesem Bereich liegt der Visus junger Augengesunder, auch deshalb ist „100%“ unsinnig. Ausschlaggebend ist weniger die Differenz als das Verhältnis zwischen zwei Werten. In diesem Beispiel beträgt es im ersten Fall 1:4, im zweiten Fall nur 1:1,25. Eine Visusminderung von 0,04 auf 0,01 bewirkt, dass ein Objekt erst in 1/4 der Ent-

fernung erkannt und zum Lesen die 4-fache Vergrößerung benötigt wird. Damit kann nur noch ein Viertel des Durchmessers bzw. ein Sechzehntel der Fläche des Bildes auf einen Blick erfasst werden. Demgegenüber ist der Schritt von 1,6 auf 1,25 unbedeutend.

Bei einer „harmonischen Folge“ bilden die Kehrwerte eine arithmetische Folge. Daraus resultiert eine unsinnig hohe Auflösung im unteren Visusbereich (1/20, 1/19, 1/18, ...) bei geringer Trennschärfe im oberen Visusbereich (... 1/3, 1/2, 1/1, bzw. ... 0,33; 0,5; 1,0).

Aus diesem Grund ist die Sehzeichengröße so abzustufen, dass der Zuwachsfaktor von Zeile zu Zeile konstant bleibt (geometrische Folge bzw. logarithmische Abstufung). Der Zuwachsfaktor beträgt üblicherweise $\sqrt[10]{10}$, also zirka 1,25 und der „Abnahmefaktor“ in umgekehrter Richtung zirka 0,8. Daraus resultiert die bekannte Folge: 1,6; 1,25; 1,0; 0,8; 0,63; 0,5; 0,4; 0,32; 0,25; 0,2; 0,16; 0,12; 0,1; 0,08; 0,06; 0,05; usw. (Tabelle 1). Dabei ist der Sprung um 4 Stufen von 0,02 auf 0,05 (0,02; 0,025; 0,03; 0,04; 0,05) ebenso maßgeblich wie z. B. der Sprung von 0,4 auf 1,0 (0,4; 0,5; 0,63; 0,8; 1,0). Er entspricht einer Verbesserung um das 2,5-Fache.

Der (geometrische) Mittelwert zweier Werte ist gleich viele Visusstufen von beiden Werten entfernt (Abbildung 2). Er entspricht $1/x$ des einen und dem x -Fachen des anderen Wertes. In dieser logarithmisch äquidistanten Folge sind Grafiken zu skalieren, die einen größeren Visusbereich darstellen [15]. Beim „Preferential Looking“ sind die Abstufungen mit Ausnahme des Cardiff-Tests meist gröber [7]. Der Teller-Acuity-Card-Test ist in so genannten Oktavschritten (Zuwachsfaktor 2) und im erweiterten Satz in Halboktavschritten (Zuwachsfaktor $\sqrt{2}$) erhältlich. Bei einem großen Zuwachsfaktor nimmt die Messgenauigkeit ab, die Reproduzierbarkeit zu.

Forced Choice: Raten lassen!

Die richtigen Antworten im Schwellenbereich sind eine Mischung aus Erkennen und Raten. Das impliziert die Aufforderung auch zu raten, wenn die Sehzeichen nicht mehr sicher zu erkennen sind. Jedes Sehzeichen muss benannt werden („Forced Choice“).

Antworten wie „das kann ich nicht mehr sehen“ sind nicht zulässig. Oft hilft die Erklärung, dass nicht festgestellt werden soll, welche Zeichen noch *gut* erkennbar sind, sondern wo die *Erkennungsgrenze* liegt.

Eine richtige Antwort kann resultieren aus

- eindeutigem Erkennen,
- unsicherem Erkennen mit richtigem Raten,
- reinem Raten.

Wenn eine Prüfperson mehr als die Hälfte der Sehzeichen einer bestimmten Größe in nicht vorhersehbarer Reihenfolge durchweg richtig benennt, ist davon auszugehen, dass sie diese erkennt. Die Wahrscheinlichkeit,

Die richtigen Antworten im Schwellenbereich sind eine Mischung aus Erkennen und Raten.

Der (geometrische) Mittelwert zweier Werte ist gleich viele Visusstufen von beiden Werten entfernt. Er entspricht $1/x$ des einen und dem x -Fachen des anderen Wertes.

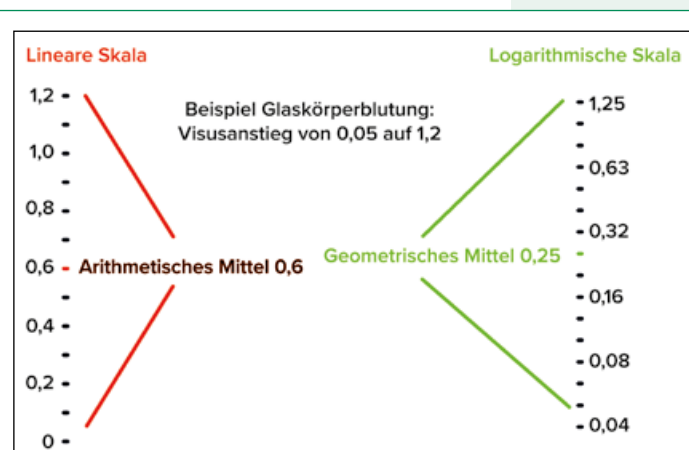


Abbildung 2: Arithmetisches und geometrisches Mittel derselben Werte. Bei der Mittelung von Visuswerten ist das geometrische Mittel zu bilden. Seine Mittellage kommt auf der logarithmischen Skala korrekt zum Ausdruck.

Die „korrigierte Erkennungsrate“ (KER) lässt sich nach der Abbot-Formel berechnen.

Der Übergang vom überschwelligen Bereich, in dem alle Sehzeichen sicher erkannt werden, hin zur reinen Ratewahrscheinlichkeit, die mit geschlossenen Augen erreicht würde, wird Transitionszone oder Schwellenbereich genannt.

dass dies nur Zufall war, nimmt mit der Zahl der Fragen exponentiell ab, umso stärker, je kleiner die Einzelratewahrscheinlichkeit ist. Auch deshalb – nicht nur zur Prüfung der schrägen Richtungen – ist ein Landoltring mit 8 Alternativen einem mit 4 Alternativen in der Regel vorzuziehen.

Die „korrigierte Erkennungsrate“ (KER) lässt sich nach der Abbot-Formel berechnen: $KER = [N \cdot (n-1) - F \cdot n] / [N \cdot (n-1)]$. Dabei ist n die Zahl der Optotypenalternativen, N die Zahl der Darbietungen und F die Zahl der falschen Antworten.

Eine falsche Antwort ist möglich

- als Lapsus, obwohl das Sehzeichen sicher erkannt wird,
- als Folge von falschem Raten bei unsicherer Erkennung und
- als Folge von reinem Raten, wenn das Zeichen nicht erkannt wird.
- Außerdem könnte die Antwort absichtlich falsch sein.

Der Übergang vom überschwelligen Bereich, in dem alle Sehzeichen sicher erkannt werden, hin zur reinen Ratewahrscheinlichkeit (Kehrwert der Zahl der Antwortalternativen), die mit geschlossenen Augen erreicht würde, wird Transitionszone oder Schwellenbereich genannt.

Da gelegentliche Irrtümer auch bei sicherer Erkennung vorkommen, wäre es nicht sinnvoll, den Sehschärfewert von einer 100%igen Trefferrate abhängig zu machen. Am höchsten ist die Reproduzierbarkeit und am geringsten die Auswirkung einer Änderung der Trefferrate dort, wo die psychometrische Funktion (Kurve der richtigen Antworten aufgetragen über der Visusstufe) am steilsten ist, das bedeutet an ihrem Umkehrpunkt in der Mitte zwischen 100% und der reinen Ratewahrscheinlichkeit.

Für den Landoltring

- mit 8 Alternativen also bei 56,25%,
- für 4 Alternativen bei 62,5%,
- für 2 Alternativen (PL) bei 75%.

Die Annäherung an diesen Punkt ist auf unterschiedliche Weise möglich. Immer muss man realisieren, dass der Visus durch die Sehzeichengröße definiert ist, bei der fast die Hälfte der Zeichen nicht mehr sicher erkannt werden. Die letzte Zeile (oft auch schon vorherige) ist meist nur partim (p) erkannt. Zusätze wie „p“ und „pp“ zum Visuswert sind verwirrend und in Gutachten unzulässig. Bei der Untersuchung mit ETDRS-Karten oder entsprechenden Tests mit immer derselben Anzahl von Sehzeichen pro Zeile kann die Angabe der Fehler bis zum Abbruch der Prüfung sinnvoll sein. Der erreichte Visuswert mit der kumulativen Fehlerzahl entspricht dem so genannten „Letter Score“.

Interpolierter LogMAR und Letter Score

Wer bis zur Stufe 1,25 fehlerfrei blieb und Stufe 1,6 mit 2 von 5 korrekt benannten Zeichen verfehlt, verfügt vermutlich über einen besseren Visus als ein Patient, der schon die Stufe 0,8 nur mit 4 von 5 Zeichen, die Stufen 1,0 und 1,25 mit 3 von 5 Zeichen besteht und dann ebenfalls bei Zeile 1,6 scheitert. Gemäß DIN ist aber der Visuswert in beiden Fällen 1,25. Im Bemühen um mehr Genauigkeit kann jeder Fehler in jeder bestandenen Zeile mitgezählt werden, wie es in vielen wissenschaftlichen Studien praktiziert wird. Bei dekadisch logarithmisch abgestuften Tests mit 5 Zeichen pro Zeile hat jedes Zeichen ein Gewicht von 0,02 LogMAR. Die Addition von 0,02 für jeden Fehler zum LogMAR-Wert der letzten bestandenen Zeile liefert den inter-

polierten LogMAR. Den gleichen Wert liefert die Subtraktion von 0,02 für jeden richtig gelesenen Buchstaben aller noch bestandenen Zeilen vom LogMAR-Wert der letzten noch komplett richtig gelesenen Zeile. Er beträgt in diesem Beispiel im ersten Fall -0,1, im zweiten Fall 0,0, entsprechend Visus 1,25 für den ersten und 1,0 für den zweiten Patienten. Ein Beispiel ist in Tabelle 2 dargestellt.

Demselben Zweck dient, für manchen einfacher, der sogenannte „Letter Score“, der einfach die Summe der korrekt gelesenen Optotypen ab einem bestimmten Bezugswert darstellt. Er bezieht sich auf die ETDRS-Tafel und ein entsprechendes Untersuchungsdesign [10]. Für Studienzwecke hat sich ein Vorgehen etabliert, bei dem, vereinfacht beschrieben, zu einer Zahl von 30 Buchstaben (sicheres Erkennen der 6 größten Zeilen im Abstand von 1 m wird damit vorausgesetzt) die Zahl der aus 4 m Distanz korrekt benannten Buchstaben aller bestandenen (≥ 3 der 5 Antworten korrekt) Zeilen – von den größten Buchstaben beginnend – addiert wird. Bei diesen Vorgehensweisen müssen natürlich alle Zeichen einer Zeile abgefragt werden. Auch der „Letter Score“ ist für statistische Berechnungen gut geeignet. Wegen des relativ hoch angesetzten Nullpunkts ist er in dieser Form für den Visusbereich unter 0,1 weniger brauchbar.

Für wissenschaftliche Zwecke ist noch eine alternative Zählmethode in Gebrauch. Bei dieser ist das Abbruchkriterium, dass kein Sehzeichen einer Zeile richtig gelesen wird. Wiederum ist jedem Zeichen der LogMAR-Wert 0,02 zugeordnet. Bei der Prüfung werden alle korrekt angegebenen Buchstaben gezählt, mit 0,02 multipliziert und vom LogMAR-Wert der obersten gelesenen Zeile abgezogen. Zu diesem Wert wird 0,1 addiert. Der so erhaltene LogMAR-Wert sei dann ein genaueres Maß für die Sehschärfe des Patienten [21].

Nichteinhalten der Regeln vergrößert die Ungenauigkeit der Visusbestimmung

Die systemimmanente Ungenauigkeit der korrekt durchgeführten Visusbestimmung hängt vom Prüfkriterium ab. Das gutachterliche Kriterium 6/10 liefert besser reproduzierbare Werte als das übliche Kriterium 3/5. Im ersten Fall weichen 10 % der Wiederholungsmessungen um mehr als 1 Stufe vom vorher gemessenen Wert ab, im zweiten Fall 19 %. Derselbe Messwert ist im ersten Fall nur bei 42 % der Patienten, im zweiten Fall sogar nur bei 34 % zu erwarten [16]. Differenzen von 1 Stufe sind demnach häufiger als identische Werte (Abbildung 3); anders verhält es sich, wenn nur bis zum Erreichen eines bestimmten

Der sogenannte „Letter Score“ stellt die Summe der korrekt gelesenen Optotypen ab einem bestimmten Bezugswert dar. Er bezieht sich auf die ETDRS-Tafel und ein entsprechendes Untersuchungsdesign.

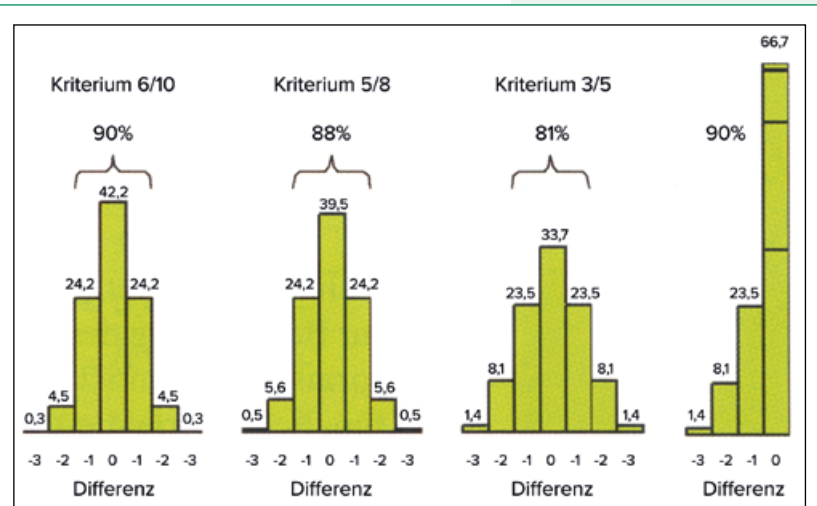


Abbildung 3: Reproduzierbarkeit der Visusbestimmung nach DIN 58220, in Abhängigkeit vom Prüfkriterium (nach [16]). Selbst nach dem gutachterlichen Kriterium 6/10 sind Unterschiede zwischen zwei Messungen wahrscheinlicher als die Wiederholung desselben Wertes. Die dargestellte Streuung ist allein durch die Bestimmungsmethode zu erwarten. Darüber hinaus können eine unterschiedliche Konzentration und tatsächliche Änderungen des visuellen Auflösungsvermögens zur Streuung bei wiederholten Messungen beitragen. Eine geringere Streuung kann beispielsweise durch den vorzeitigen Abbruch der Messung (z. B. bei 1,0) vorgetäuscht werden (rechts). Durch unerlaubtes Nachfragen bei Falschantworten, was einer Änderung des Prüfkriteriums entspricht, kann die Reproduzierbarkeit ebenfalls erhöht werden. Das Ergebnis ist dann ein falsch zu hoher Messwert.

Die Sehschärfepfung nach DIN 58220/ EN ISO 8596 beschreibt ein Verfahren zur Messung der photopischen Sehschärfe für die Ferne.

Mindestwerts von z. B. 1,0 oder des früher erreichten Wertes geprüft wird, oder die „Forced Choice“-Strategie nicht eingehalten wird.

Sehschärfepfung nach EN ISO 8596

Die Sehschärfepfung nach DIN 58220/ EN ISO 8596 beschreibt ein Verfahren zur Messung der photopischen Sehschärfe für die Ferne. Für klinische Messungen können auch andere, angeschlossene Sehzeichen verwendet werden. Für den Fall, dass die Prüfperson inkorrekte Angaben macht, ist die

Methode zur Bestimmung des tatsächlichen Visus ungeeignet. Das Normsehzeichen ist ausschließlich der Landoltring, dessen Öffnung in 8 Orientierungen angeboten werden muss. Andere Sehzeichen, die zur Messung der Sehschärfe verwendet werden, heißen „klinische Sehzeichen“.

Für Sehschärfewerte von 0,05 bis 0,1 sind mindestens zwei, für Werte von 0,12 bis 0,2 drei und ab einem Wert von 0,25 fünf Darbietungen gefordert. Die bevorzugte Anzahl von Darbietungen beträgt 5, 8 oder 10. Das Kriterium „bestanden“ liegt dann bei 3, 5 oder 6 korrekt benannten Zeichen. Die Prüfung ist beim ersten Sehschärfewert, bei dem dieses Kriterium unterschritten wird, zu beenden (Tabelle 2). Die Prüfperson muss jedes dargebotene Zeichen benennen („Forced Choice“).

Wenn die verschiedenen Orientierungen durch Drehung der Sehzeichen erreicht werden, darf die Drehung für die Prüfperson nicht erkennbar sein. Wenn mehrere Sehzeichen in einem gemeinsamen Prüffeld verwendet werden, ist ein Mindestabstand von horizontal und vertikal 20' zwischen den Außenkonturen der Zeichen und 30' zur Begrenzung des Prüffeldes hin vorgeschrieben. Auch bei diesen Abständen kann noch „Crowding“ auftreten, was für die praktischen Zwecke der Visusbestimmung nicht nachteilig ist.

Tabelle 2: Visusbestimmung nach DIN 58220 bzw. EN-ISO 8596

Sehschärfe	logMAR	erkannte Zeichen				
1,0	0					
0,8	0,1					
0,63	0,2					
0,5	0,3					
0,4	0,4	0	+	0	+	0
0,32	0,5	0	+	+	0	+
0,25	0,6	+	+	0	+	+
0,2	0,7	+	+	+	+	+
0,16	0,8	+	+	+	+	+
0,12	0,9	+	+	+	+	+
0,1	1,0	+	+	+	+	+

+ = richtige Antwort, 0 = falsche Antwort

Auf Stufe 0,2 (logMAR = 0,7) sind noch alle 5 Antworten korrekt, auf Stufe 0,25 noch 4 von 5, auf Stufe 0,32 noch 3 von 5 Antworten. Die Zeilen sind damit nach dem Kriterium 3/5 bestanden, Zeile 0,4 nicht mehr. Der Visus beträgt damit 0,32.

Derselbe Visus würde sich ergeben, wenn bis Zeile 0,32 inklusive kein einziger Fehler aufgetreten wäre. Um die falschen Antworten zu berücksichtigen (interpolated logMAR), wurde vorgeschlagen, für jedes korrekt benannte Zeichen der noch bestandenen Zeilen 0,02 logMAR zu subtrahieren:

$$\text{logMAR} = 0,7 - 0,08 - 0,06 = 0,56$$

$$\rightarrow \text{Visus} = 10^{-0,56} = 0,28$$

Es resultiert meist ein etwas geringerer Wert als nach DIN 58220.

Sehschärfepbestimmung im unteren Visusbereich oft vernachlässigt

Die Sehschärfepbestimmung im unteren Visusbereich erfolgt oft zu oberflächlich. Dem kann ein Denken in linearen Skalen zugrundeliegen, die aus dem Alltag für Entfernungen, Mengen und Zeiten mental verankert, aber in der Sinnesphysiologie in der Regel nicht adäquat ist. Außerdem ist die EN ISO-Forderung von nur 2 Sehzeichen pro Visus-

wert im unteren Visusbereich ein unnötiges Zugeständnis an projektionstechnische Gegebenheiten mithin die Schwäche neuerer Visusprojektoren.

Es gibt keinen medizinischen Grund, warum die Untersuchung bei geringem Visus, bei Vorliegen schwerer Augenerkrankungen, die oft eine aufwändige Behandlung erfordern, oberflächlicher sein sollte als bei gutem Visus. Gute Sehprobentafeln (z. B. C-Test 17,2') enthalten genügend unterschiedliche Sehzeichen und erlauben in 1 m oder 0,5 m oder kürzerem Abstand korrekte Messungen bis unter 0,02. Ob dasselbe Netzhautbild mit entsprechender Nahaddition bei sonst gleichen Bedingungen durch ein Sehzeichen in 1 m oder ein 5-mal so großes Sehzeichen in 5 m Entfernung erzeugt wird, ist unwesentlich. Auf diese Weise erübrigt sich meist die Angabe „Fingerzählen“ [9]. Mit der Annäherung der Sehprobentafel nimmt der ohnehin relative große Winkel zwischen den großen Sehzeichen zu, so dass das „Crowding“-Phänomen weniger ein Problem darstellt. „Crowding“ ist im oberen Visusbereich zu berücksichtigen, wo die Sehzeichen der ETDRS-Tafeln dadurch, dass ihr Abstand im Sinne der Skaleninvarianz bei der Anwendung in unterschiedlichen Distanzen der Buchstabenbreite entspricht, recht eng angeordnet sind. Das stört die Vergleichbarkeit mit dem Einzelop-
totypenvisus [21]. Der Amblyopiedetektion kommt es zugute.

Grenzmethode

Besonders bei Verwendung von Sehzeichentafeln ist die Grenzmethode sehr praxistauglich. Dabei wird, mit einem großen Sehzeichen beginnend, Stufe für Stufe je 1 Zeichen angeboten, bis zur ersten falschen Antwort. Die letzte bestandene Stufe wird notiert oder memoriert. Aus mehreren so erhaltenen Werten kann man den Mittelwert bilden

(Tabelle 3). Die Methode ist weniger üblich als das Vorgehen nach DIN, erlaubt aber eine rasche und genaue Messung und liefert bei Bedarf auch Streuungsparameter [15]. Ein Vorteil ist, dass sich der Patient zwischen den unangenehm kleinen Sehzeichen immer wieder entspannen kann und Sehzeichen wieder sicher erkennt – gut auch in der Kindersprechstunde.

Herstellungsmethode

Die vereinfachte, sogenannte Herstellungsmethode beinhaltet das langsame Zurücknehmen des Abstands zur Prüftafel. Die Annäherung an die Sehschärfeschwelle erfolgt anders als beim „normalen“ Vorgehen

Es gibt keinen medizinischen Grund, warum die Untersuchung bei geringem Visus, bei Vorliegen schwerer Augenerkrankungen, die oft eine aufwändige Behandlung erfordern, oberflächlicher sein sollte als bei gutem Visus.

Tabelle 3: Visusbestimmung nach der Grenzmethode

Sehschärfe	logMAR	erkannte Zeichen					
1,0	0						
0,8	0,1						
0,63	0,2						
0,5	0,3	0					
0,4	0,4		+		0	0	
0,32	0,5	0	+		+	+	0
0,25	0,6	+	+	0	+	+	+
0,2	0,7	+	+	+	+	+	+
0,16	0,8	+	+	+	+	+	+
0,12	0,9	+	+	+	+	+	+
0,1	1,0	+	+	+	+	+	+
Testdurchgang Nr.		1	2	3	4	5	6

+ = richtige Antwort, 0 = falsche Antwort

Nacheinander erfolgen hier 6 Sehschärfestimmungen nach dem Kriterium 1/1, d.h. ist das Sehzeichen richtig erkannt, wird zur nächsthöheren Visusstufe fortgeschritten, bis eine falsche Antwort erfolgt. Damit endet der Durchgang und es wird von neuem mit einem großen Sehzeichen begonnen. Die Ergebnisse mehrerer Durchgänge werden geometrisch gemittelt:

$$\text{Mittelwert logMAR} = (0,6 + 0,4 + 0,7 + 0,5 + 0,5 + 0,6) : 6 = 0,55$$

$$\rightarrow \text{Visus} = 10^{-0,55} = 0,28$$

Best-PEST-Strategie

Die Strategie des Best-PEST („Best Parameter Estimation by Sequential Testing“) wird im Freiburger Visustest angewendet, bei dem ein Landoltring computergesteuert auf einem Monitor dargeboten wird und die Prüfperson durch Knopfdruck die Öffnungsrichtung angibt [1]. Die Größe des jeweils nächsten Rings hängt davon ab, ob die vorherige Antwort korrekt war oder nicht. Bei dieser Strategie wird eine psychometrische Funktion wie in Abbildung 4 vorausgesetzt und vom Computer nach jeder Antwort so weit horizontal verschoben, dass sie am besten zu allen bisherigen Antworten passt [1]. Am Ende eines Testdurchlaufs wird der entsprechende Visuswert angezeigt. Ein Nachteil ist, dass sich einzelne Fehler bei weit überschwellig großen Sehzeichen, die bei der Bestimmung nach EN ISO 8596 oder nach einer „Stair-Case“-Strategie nicht zu Buche schlagen, auf das Ergebnis auswirken. Ein Vorteil computergesteuerter Tests ist, dass untersucherbedingte Abweichungen vom vorgeschriebenen Messvorgang nicht vorkommen.

Sehschärfestimmung bei Gutachten nach DIN 58220-T3

Die Festlegungen der EN ISO 8596 gelten uneingeschränkt. Darüber hinaus ist für die gutachterliche Sehschärfenbestimmung die DIN 58220-T3 anzuwenden. Jeweils mindestens 5 Sehzeichen müssen in allen Sehbereichen zwischen 0,05 und 2,0 angeboten werden können, für Blindengutachten auch im Bereich von 0,02 bis 0,05. Bei niedrigen Visuswerten erlaubt die Norm eine Prüfung

aus kürzerer Entfernung. Sehzeichen mit einem Sehschärfewert $< 0,2$ lassen sich dadurch verwirklichen. Die Prüferentfernung wird laut Vorgabe vom Sehzeichen bis zur Eintrittspupille des Auges gemessen. Im Fernbereich soll die Prüfdistanz mindestens 4 m betragen, im Zwischenbereich 1 m, 0,67 m oder 0,55 m, im Nahbereich 0,4 m, 0,33 m oder 0,25 m. Zur Darbietung der Sehzeichen dürfen jetzt auch elektronische Bildschirme verwendet werden.

Die Strategie nach DIN bzw. EN ISO setzt voraus, dass sich der Patient um möglichst gute Visusangaben bemüht. Gelingt das im geforderten Prozentsatz, kann man davon ausgehen, dass die Sehzeichen erkannt wurden, denn die reine Ratewahrscheinlichkeit für die geforderte Trefferquote ist verschwindend gering. Diese Strategie ist aber nur bei korrekter Mitarbeit adäquat. Wird eine zu geringe Sehschärfe vorgetäuscht, liefert das Vorgehen nach DIN lediglich den Wert, den die Prüfperson vorgibt.

Die Strategie des Best-PEST („Best Parameter Estimation by Sequential Testing“) wird im Freiburger Visustest angewendet.

Die Strategie nach DIN bzw. EN ISO setzt voraus, dass sich der Patient um möglichst gute Visusangaben bemüht.

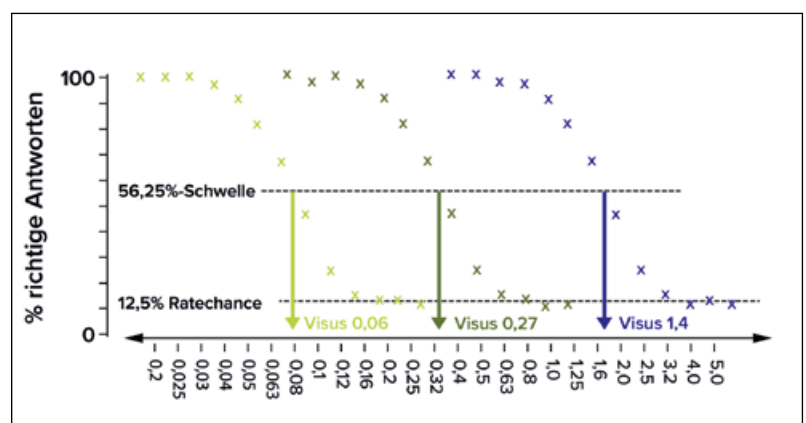


Abbildung 4: Ergebnisse (x) der randomisierten Darbietung sehr vieler Sehzeichen unterschiedlicher Visuswerte. Der Visus entspricht dem Wendepunkt der erhaltenen psychometrischen Funktion. Abhängig vom Visus verschiebt sich die Funktion nach rechts oder links, ihre Form bleibt gleich. Im unteren Visusbereich ist die Messung nicht wesentlich ungenauer als bei hoher Sehschärfe

Zur Bestimmung des Nahvisus werden die gleichen Sehzeichen verwendet wie bei der Fernvisusbestimmung.

Sehschärfebestimmung in der Nähe

Die Visusbestimmung in der Nähe erfolgt bei vermindertem Akkommodationsvermögen mit der entsprechenden Nahaddition zur Fernkorrektur. Eine gute Beleuchtung der

Sehprobentafeln muss gewährleistet sein. Zur Visusbestimmung werden die gleichen Sehzeichen verwendet wie bei der Fernvisusbestimmung. Für klinische Zwecke wird anstelle der Sehschärfe in der Regel das Lesevermögen mit Textproben bestimmt [17].

LITERATUR

1. *Bach M (1995)* Der Freiburger Visustest. *Ophthalmologie* 92: 174–178
2. *Bach M, Kommerell G (1998)* Sehschärfebestimmung nach Europäischer Norm: Wissenschaftliche Grundlagen und Möglichkeiten der automatischen Messung. *Klin Monbl Augenheilkd* 212: 190–195
3. *Becker R, Gräf M, Kaufmann H (1999)* Sehschärfebestimmung mit LH-Symbolen. *Z prakt Augenheilkd* 20: 327–330
4. *Becker R, Gräf M (2004)* Die Darstellung der Sehschärfe in ophthalmologischen Publikationen. *Klin Monbl Augenheilkd* 221: 1046–1050
5. *Elliott D B, Sheridan M (1988)* The use of accurate visual acuity measurements in clinical anti-cataract formulation trials. *Ophthalmic Physiol Opt* 8: 397–401
6. *Ferris FL, Kassof A, Bresnick GH, Bailey I (1982)* New visual acuity charts for clinical research. *Am J Ophthalmol* 94: 91–96
7. *Gräf M, Becker R, Neff A, Kaufmann H (1996)* Untersuchungen mit dem Cardiff-Acuity-Test. *Ophthalmologie* 93: 333–340
8. *Gräf M H, Becker R, Kaufmann H (2000)* Lea symbols: Visual acuity assessment and detection of amblyopia. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 238: 53–58
9. *Gräf M, Jooma M (2004)* Probleme bei der augenärztlichen Bescheinigung von Blindheit. *Ophthalmologie* 101: 1121–1125
10. *Gregori NZ, Feuer W, Rosenfeld PJ (2010)* Novel method for analyzing Snellen visual acuity measurements. *Retina* 30: 1046–1050
11. *Haase W, Hohmann A (1982)* A new test (CTest) for quantitative examination of crowding with test results in amblyopic and ametropic patients. *Klin Monbl Augenheilkd* 180: 210–215
12. *Hyvärinen L, Näsänen R, Laurinen P (1980)* New visual acuity test for pre-school children. *Acta Ophthalmol* 58: 507–511
13. *Katz B, Sireteanu R (1989)* Der Teller-Acuity-Card-Test: Möglichkeiten und Grenzen der klinischen Anwendung. *Klin Monbl Augenheilkd* 195: 17–22
14. *McDonald MA et al (1985)* The acuity card procedure: a rapid test of infant acuity. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 26: 1158–1162
15. *Paliaga GP (1993)* Die Bestimmung der Sehschärfe. Quintessenz, München
16. *Petersen J (1993)* Die Zuverlässigkeit der Sehschärfebestimmung mit Landolt-Ringen. Enke, Stuttgart
17. *Radner W (2017)* Reading charts in ophthalmology. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 255: 1465–1482
18. *Rassow B, Wang Y (1999)* Anschluß von Buchstaben-Optotypen an den Landolt-Ring für verschiedene Bereiche der Sehschärfe. *Klin Monbl Augenheilkd* 215: 119–126
19. *Rohrschneider K, Spittler AR, Bach M (2019)* Vergleich der Sehschärfebestimmung mit Landolt-Ringen versus Zahlen. *Ophthalmologie* 116: 1058–1063
20. *Teller DY, Morse R, Borton R, Regal D (1974)* Visual acuity for vertical and diagonal gratings in human infants. *Vision Res* 14: 1433–1439
21. *Wesemann W, Heinrich SP, Jägle H, Schiefer U, Bach M (2020)* Neue DIN- und ISO-Normen zur Sehschärfebestimmung. *Ophthalmologie* 117: 19–26

KORRESPONDENZADRESSE:



**Prof. Dr. med.
Michael Gräf**

Klinik und Poliklinik für Augeneheilkunde, Standort Gießen
Friedrichstraße 18
35392 Gießen

michael.h.graef@augen.med.uni-giessen.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt: Gemäß den Richtlinien des Kaden Verlages werden Autoren und Wissenschaftlichen Leitung im Rahmen der Manuskripterstellung und Manuskriptfreigabe aufgefordert, eine vollständige Erklärung zu ihren finanziellen und nicht finanziellen Interessen abzugeben.

Autor: Prof. Dr. med. Michael Gräf: 1. Finanzielle Interessen: keine; 2. Nicht finanzielle Interessen: DOG, BVA, Bielschowsky Gesellschaft

Wissenschaftliche Leitung: Die Wissenschaftliche Leitung der zertifizierten Fortbildung erfolgt durch Prof. Dr. med. Michael Gräf, Gießen. 1. Finanzielle Interessen: keine; 2. Nicht finanzielle Interessen: DOG, BVA, Bielschowsky Gesellschaft

Der Verlag erklärt, dass für die Publikation dieser CME-Fortbildung keine Sponsorengelder an den Verlag fließen.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien. Für Bildmaterial oder anderweitige Angaben innerhalb des Manuskripts, über die Patienten zu identifizieren sind, liegt von ihnen und/oder ihren gesetzlichen Vertretern eine schriftliche Einwilligung vor.

Fragen zum Artikel „Klinische Visusbestimmung“

Pro Frage ist jeweils nur eine Antwort möglich. – An der zertifizierten Fortbildung der ZPA können **ausschließlich Abonnenten** teilnehmen. Im Zweifelsfalle ist dies anhand der Kundennummer auf dem Adressaufkleber zu erkennen, die sich zwischen zwei # über der Adresse befindet. Die Kennzeichnung für Abonnement ist ein vorangestelltes A, dem eine vierstellige Nummer folgt. Steht vor der Nummer ein W, liegt keine Zugangsberechtigung vor. Weitere Einzelheiten können auf der Fortbildungsseite im Internet cme.kaden-verlag.de unter der Rubrik „Registrieren“ eingesehen werden.

1 Welche Aussage zum Minimum separabile („Minimum Angle of Resolution“, MAR) ist **falsch**?

1. Es entspricht dem kleinsten Sehwinkel unter dem zwei „Punkte“ noch getrennt wahrgenommen werden.
 2. Normalerweise liegt es bei 0,5 bis 1 Bogenminute.
 3. Um die Visusentwicklung eines Patienten zu verfolgen, ist es sinnvoll, immer dieselben Sehzeichen zu benutzen.
 4. Der Visus wird als Kehrwert des Minimum separabile angegeben: $1/MAR$.
 5. Eine Auswirkung der neuronalen Verschaltung in der Retina und der Verarbeitung im visuellen Kortex auf den MAR besteht nicht.
- a) 1. ist falsch.
 - b) 2. ist falsch.
 - c) 3. ist falsch.
 - d) 4. ist falsch.
 - e) 5. ist falsch.

2 Welche der Aussagen zum Landoltring ist falsch?

1. Das Normsehzeichen in Europa ist der Landoltring.
 2. Unter idealen Bedingungen ist die Lücke von jungen Augengesunden unter Seh winkeln ab 30 Bogensekunden erkennbar.
 3. Auf der Visusstufe 0,1 erscheint die Lücke unter einem Sehwinkel von 1 Bogenminute.
 4. Noniusreize können beispielsweise bei einem seitlichen Versatz in einer Linie schon unter einem Sehwinkel von 5 Bogensekunden erkannt werden.
 5. Eine dunkle Linie vor hellem Hintergrund kann unter idealen Kontrastbedingungen unter einem Winkel ab 1 Bogensekunde wahrgenommen werden.
- a) 1. ist falsch.
 - b) 2. ist falsch.
 - c) 3. ist falsch.
 - d) 4. ist falsch.
 - e) 5. ist falsch.

3 Welche der Aussagen zur Angabe der Sehschärfe ist richtig?

1. Der Visus wird in Deutschland üblicherweise als „Snellen-Bruch“ angegeben.
2. Der Visus wird in angelsächsischen Ländern üblicherweise als „dezimale Sehschärfe“ angegeben.

3. Für periodische Reize ist die Angabe der Musterortsfrequenz üblich.
4. Bei einem Schachbrettmuster entspricht eine Periode der fundamentalen Ortsfrequenz der Kantenlänge eines Kästchens.
5. Die beim Preferential-Looking ermittelte Gittersehschärfe ist dem Visus äquivalent.

- a) 1. ist richtig.
- b) 2. ist richtig.
- c) 3. ist richtig.
- d) 4. ist richtig.
- e) 5. ist richtig.

4 Welche der Aussagen zur Abstufung der Sehzeichengröße ist **falsch**?

1. Zur Abstufung der Sehzeichengröße ist eine „arithmetische Skala“ sinnvoll.
 2. Die anzuwendende Norm ist die DIN 58220 bzw. die europäische Norm EN ISO 8596.
 3. Die Sehzeichengröße ist so abzustufen, dass der Zuwachsfaktor von Zeile zu Zeile konstant bleibt.
 4. Beim „Preferential Looking“ sind die Abstufungen meist größer.
 5. Der Teller-Acuity-Card-Test ist in so genannten Oktavschritten und im erweiterten Satz in Halboktavschritten erhältlich.
- a) 1. ist falsch.
 - b) 2. ist falsch.
 - c) 3. ist falsch.
 - d) 4. ist falsch.
 - e) 5. ist falsch.

5 Welche Aussage ist richtig? Der korrekte (nämlich geometrische) Mittelwert aus den 2 Visuswerten 0,05 und 0,5 ist zirka:

1. 0,16
 2. 0,2
 3. 0,25
 4. 0,32
 5. 0,4
- a) 1. ist richtig.
 - b) 2. ist richtig.
 - c) 3. ist richtig.
 - d) 4. ist richtig.
 - e) 5. ist richtig.

6 Welche Aussage zur arithmetischen Visusskala ist **falsch**?

1. Sie ist gekennzeichnet durch einen konstanten Zuwachsfaktor.
2. Sie ist im oberen Visusbereich unnötig fein.
3. Sie ist im unteren Visusbereich immens ungenau.
4. Sie suggeriert unzulässige Prozentwerte.
5. Sie weicht im Bereich der Visustufen 0,3 bis 0,6 nur gering von der logarithmisch äquidistanten Skala ab.

- a) 1. ist falsch.
- b) 2. ist falsch.
- c) 3. ist falsch.
- d) 4. ist falsch.
- e) 5. ist falsch.

7 Welche der Aussage zur Forced-Choice-Strategie ist richtig?

1. Sie ist speziell bei der Visusbestimmung im Bereich unter 0,1 erforderlich.
2. Sie ist bei einer Sehschärfe unter 0,1 entbehrlich.
3. Sie ist bei durchschnittlicher Sehschärfe entbehrlich.
4. Sie ist für die Visusbestimmung unerlässlich.
5. Sie kann bei der Visusbestimmung prinzipiell vernachlässigt werden.

- a) 1. ist richtig.
- b) 2. ist richtig.
- c) 3. ist richtig.
- d) 4. ist richtig.
- e) 5. ist richtig.

8 Welche Aussage zum Erkennen des Prüfzeichens durch die zu prüfende Person ist **falsch**?

1. Die richtigen Antworten im Schwellenbereich sind eine Mischung aus Erkennen und Raten.
2. Benennt die Prüfperson die Hälfte der Sehzeichen einer bestimmten Größe richtig, so entspricht diese Sehzeichengröße dem Visus.
3. Der Visus ist durch die Sehzeichengröße definiert, bei der fast die Hälfte der Zeichen nicht mehr sicher erkannt werden.
4. Die „korrigierte Erkennungsrate“ (KER) lässt sich nach der Abbot-Formel berechnen.
5. Bei Verwendung von ETDRS-Tafeln kann der erreichte Visuswert zusammen mit der bis dahin kumulierten Fehlerzahl in einen so genannten „Letter-Score“ transformiert werden.

- a) 1. ist falsch.
- b) 2. ist falsch.
- c) 3. ist falsch.
- d) 4. ist falsch.
- e) 5. ist falsch.

9 Welche Aussage zu den einzelnen Prüfmethode ist **falsch**?

1. Die Stufenstrategie (Stair-Case) wird nie beim „Preferential-Looking“ angewendet.
2. Die Grenzmethode ist praxistauglich.
3. Bei der Herstellungsmethode nähert man sich dem minimum separabile aus dem Bereich kleinerer Sehwinkel.
4. Die Strategie des Best-PEST wird im Freiburger Visustest angewendet.
5. Für klinische Zwecke wird anstelle der Sehschärfe in der Regel für die Nähe das Lesevermögen mit Textproben bestimmt.

- a) 1. ist falsch.
- b) 2. ist falsch.
- c) 3. ist falsch.
- d) 4. ist falsch.
- e) 5. ist falsch.

10 Welche der Aussagen zur Sehschärfebestimmung bei Gutachten ist richtig?

1. Es ist DIN 58220, Teil 3 anzuwenden.
2. Die Festlegungen der EN ISO 8596 gelten uneingeschränkt.
3. Die Sehzeichen müssen für Blindengutachten auch in allen Sehschärfewerten zwischen 0,02 bis 0,05 angeboten werden können mit je 5 Sehzeichen in allen Bereichen.
4. Die Darbietung der Sehzeichen darf auch elektronisch auf Bildschirmen erfolgen.
5. DIN und EN ISO setzen voraus, dass sich der Patient um gute Visusangaben bemüht.

- a) 1. ist richtig.
- b) 2. ist richtig.
- c) 3. ist richtig.
- d) 4. ist richtig.
- e) Alle Aussagen sind richtig.

Die aufgeführten Fragen können **ausschließlich von ZPA-Abonnenten** und nur online über unsere Internetseite www.kaden-verlag.de oder cme.kaden-verlag.de beantwortet werden. Der Teilnahmechluss ist der **7. Oktober 2022**. Beachten Sie bitte, dass per Fax, Brief oder E-Mail eingesandte Antworten nicht berücksichtigt werden können.