

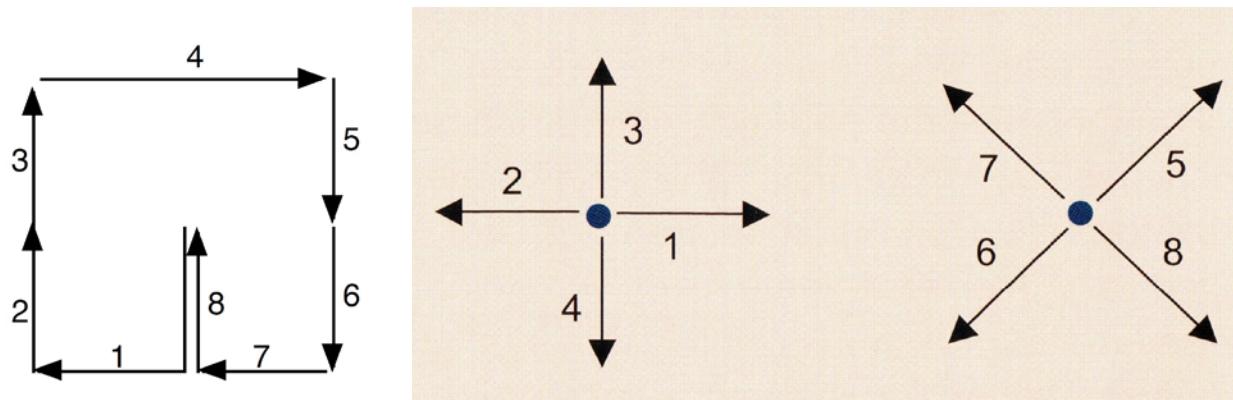


Bild: YuriArcursPeopleimages / Envato

# Die visuelle Analyse bei Schulkindern

## Ein Leitfaden zur Kinderoptometrie

Zu unserem visuellen System gehört mehr als die Refraktion. Störungen im Binokularsehen, beispielsweise in der Akkommodation, in der Vergenz oder auch in der Fixation können die visuelle Wahrnehmung ebenfalls erheblich beeinflussen. Daher ist ein funktionierendes Binokularsehen essenziell für einen beschwerdefreien Sehprozess. Dargestellt wird eine optometrische Untersuchungsabfolge, mit der man effizient Auffälligkeiten im visuellen System erkennen und nachfolgend versorgen kann. **Von Florian Ambros**



Motilitätsprüfung: Startpunkt auf Augenhöhe des Probanden.

### Untersuchungsprotokoll und Anamnesebögen

Das Untersuchungsprotokoll ist ein „Muss“ für jeden Augenoptiker/Optometristen, wenn es um die visuelle Analyse bei Schulkindern geht. Alle durchgeführten Messungen und deren Ergebnisse können darin einheitlich dokumentiert werden. Die Anamnese kann in vielen Fällen sehr umfangreich sein, daher ist es sinnvoll auf Anamnesebögen zurückzugreifen. Erwachsene können diese selbstständig im Vorfeld der Untersuchung ausfüllen, bei Schulkindern oder Vorschulkindern können Eltern zusammen mit den Kindern die Fragen beantworten. Bei Erwachsenen oder Vorschulkindern sollten die Fragen auf die jeweilige Altersgruppe wegen anderer Anforderungen angepasst werden.

### Visus-Prüfung

Die Visus-Prüfung ist eine der verbreitetsten Testmethoden in der Augenoptik/Optometrie. Sie beschreibt den Test der maximal möglichen Sehschärfe von einem oder von beiden Augen ohne oder mit Korrektur.

Eine rechtzeitige Sehschärfen-Prüfung gibt mitunter Aussage über den Entwicklungsstand des visuellen Systems. Auch bei der optometrischen Untersuchung von Schulkindern können Optotypen, also Sehzeichen, wie bei Erwachsenen verwendet werden. Dies sind in der Regel Buchstaben in Reihe. Bei der Prüfung der Sehleistung ist es jedoch wichtig, geeignete Optotypen für die jeweilige Altersgruppe heranzuziehen. Vor allem bei Vorschulkindern muss auf andere Testmethoden wie Lea-Tafeln oder Preferential-Looking-Teste wie den Cardiff-Acuity-Test zurückgegriffen werden, um verlässliche Testergebnisse erzielen zu können.

### Motilitätsprüfung

Der Motilitätstest gibt Aufschluss über Störungen der Funktionstüchtigkeit der sechs Augenmuskeln und den damit verbundenen Hirnnerven jedes Einzelauges. Der Prüfabstand sollte circa 40 cm betragen, als Fixationsobjekt eignet sich beispielsweise ein Lang-Würfel. Während des Tests gilt es den Raum normal zu beleuchten. Zunächst sollte die Motilitätsprüfung binokular durchgeführt werden, bei eventuellen Auffälligkeiten kann der Test monokular wiederholt werden.

Zur Vorbeugung möglicher Abbildungsfehler oder auch prismatischen Nebenwirkungen wie Doppelbilder, die beim Durchblicken von peripheren Glasbereichen entstehen können, sollte bei der Testdurchführung auf das Tragen einer Brille nach Möglichkeit verzichtet werden.

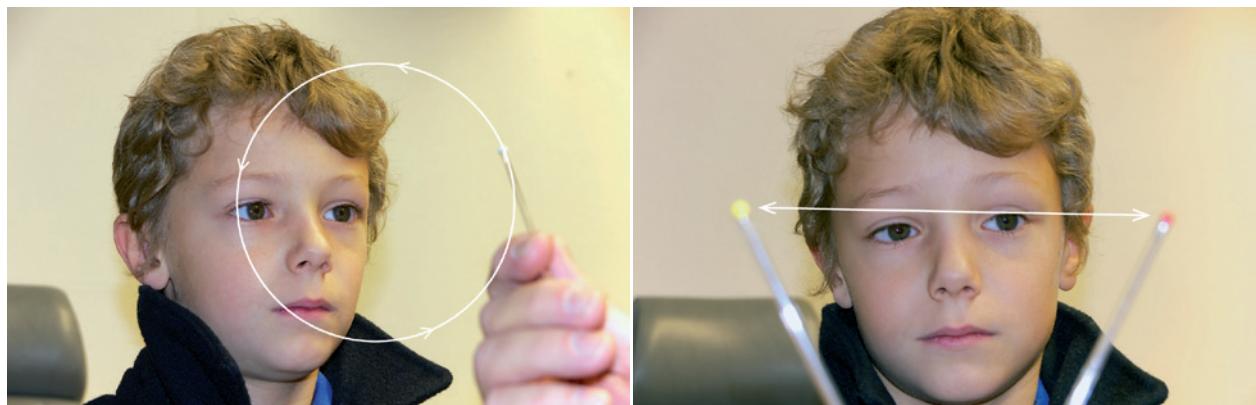
Währenddessen ist es wichtig, dass der Patient dem Fixationsobjekt möglichst nur mit den Augen und weniger mit dem Kopf folgt. Angeboten werden alle neun diagnostischen Blickpositionen, diese sind rechts, links, oben und unten, sowie diagonal rechts oben, rechts unten, links oben und links unten. Das Fixierobjekt wird dem Patienten in einer Auslenkung von circa 60 cm in der Höhe und 80 cm in der Seite angeboten. Bei einer Blickausrichtung nach rechts oder links ist lediglich ein gerader Augenmuskel involviert, bei allen anderen Blickauslenkungen ist die Zusammenarbeit mehrerer Augenmuskeln notwendig. Als auffällig wird beim Motilitätstest bewertet, sobald eine oder mehrere Blickrichtungen des Patienten nicht symmetrisch bewältigt werden können. Doppelbilder gehören ebenfalls zu möglichen Auffälligkeiten. Nachfolgend an den Motilitätstest kann umgehend der Test der Augenfolgenbewegung durchgeführt werden. Dies bietet sich an, da die Prüfentfernung und das Fixationsobjekt gleichbleiben. Bei beiden Testabfolgen, also sowohl bei der Motilitätsprüfung als auch bei der Augenfolgebewegung, ist der Untersucher veranlasst, auch auf die verfolgende Fixation zu achten. Mögliche Auffälligkeiten und Fixationsverluste sollten anschließend dokumentiert werden.

### NSUCO Oculomotor Test

Da der Motilitätstest und der Test auf Augenfolgebewegung eher auf die Beurteilung und Möglichkeiten von bestimmten Blickauslenkungen abzielen und weniger auf die Fixation, ist es sinnvoll, anschließend den NSUCO Oculomotor Test durchzuführen. Das Fixationsobjekt kann dasselbe wie bei den vorhergehenden Tests bleiben. Der NSUCO Oculomotor Test hat den großen Vorteil, dass sowohl die Fixation der weichen Augenfolgebewegungen als auch die Sakkaden in einem standardisierten Test klassifiziert werden können.

Die Testentfernung der weichen Augenfolgebewegung beträgt 40 cm. Zunächst hält der Untersucher das

# KONTAKTLINSE+EYECARE



NSUCO Oculomotor Test: Augenfolgebewegungen und Sakkaden. Bilder: Stefan Lahme

Fixationsobjekt vor der Mitte des Patientenkopfes. Anschließend bewegt er dieses in einer kreisenden Bewegung von etwa 20 cm Durchmesser zweimal in Uhrzeigersinn und anschließend zweimal gegen den Uhrzeigersinn. Hierbei wird vor allem die verfolgende Fixation des Patienten getestet. Dabei werden dem Patienten keine Informationen gegeben, ob er seinen Kopf bewegen darf oder nicht. Der Untersucher bewertet die Performance in vier Kategorien: Kopfbewegung, Körperbewegung, Fähigkeit und Genauigkeit. Die Testergebnisse können dann mit einem speziellen Klassifizierungsschlüssel ausgewertet werden.

Als Ergänzung zu den weichen Augenbewegungen, die die verfolgende Fixation testen, sollten zugleich die Sakkaden, also Blicksprünge, geprüft werden. Sakkatische Blickbewegungen sind unter anderem beim Lesen von großer Bedeutung, da hier von Silbe zu Silbe beziehungsweise von Buchstabe zu Buchstabe gesprungen werden muss. Dies gilt ebenso für den Blickwechsel. Die Testentfernung beträgt weiterhin 40 cm, dieses Mal werden jedoch zwei Fixationsobjekte benötigt, zwischen denen der Patient auf Kommando hin und her wechseln muss. Die Objekte befinden sich jeweils 10 cm von der Kopfmitte entfernt, eins rechts und eins links versetzt. Insgesamt werden 10 einzelne Fixationswechsel vollzogen, die auch als fünf komplette Blicksprünge bezeichnet werden können. Die Anweisung, ob der Kopf bewegt werden darf oder nicht, wird wieder nicht gegeben. Für die Sakkaden gibt es ebenfalls festgelegte Kriterien, um eine standardisierte Bewertung vornehmen zu können.

## Nahpunkt der Konvergenz

Mit Hilfe des Konvergenznahpunktes lässt sich die maximale Amplitude der Konvergenz bestimmen. Als Fixationsobjekte eignen sich dieselben wie beim Motilitätstest. Jedoch sollte darauf geachtet werden, dass das Objekt möglichst klein ist, um eine hohe akkommodative Anforderung zu gewährleisten. Die Prüfentfernung beträgt zunächst die gewohnten 40 cm, von hier kommt man dem Patienten langsam Richtung Nase näher. Dadurch muss das Augenpaar eine stetig größer werdende Konvergenz aufbringen.

Der Punkt, bei dem der Patient die Konvergenz nicht mehr aufbringen kann, wird als objektiver Break-Point bezeichnet. Wenn der Patient angibt, das Fixationsobjekt doppelt zu sehen, so wird das als subjektiver Break-Point beschrieben. Dokumentiert werden sowohl der Break-Point als auch der Recovery-Point, also der Punkt, ab dem die Konvergenz wieder aufgebracht werden kann. Dazu entfernt man das Fixationsobjekt vom Break-Point kommend wieder Richtung Untersucher. Das Verfahren sollte mehrmals wiederholt werden, um daraus auch eine verlässliche klinische Aussage zu bekommen.

## Hirschberg-Test

Zur Abschätzung eines Strabismus hat sich der Hirschberg-Test als eine sinnvolle Methode erwiesen. Während des Tests blickt der Patient gleichzeitig mit beiden Augen auf eine helle Lichtquelle, dazu eignen sich eine Stablampe oder ein direktes Ophthalmoskop. Die Prüfentfernung sollte zwischen 40 cm und 60 cm betragen, die Beleuchtungsquelle sich auf Höhe und in der Mitte beider Augen befinden. Es gilt dabei den Raum leicht abzudunkeln.

Wegen der Lichtquelle entstehen innerhalb der Hornhaut beider Augen punktförmige Reflexe, diese werden auch als Purkinje-Bilder bezeichnet. Beurteilt werden vom Untersucher, wo sich die Reflexe befinden und ob sie voneinander abweichen. Zur Erklärung ist anzumerken, dass sich die Netzhaut-Mitte nicht unmittelbar in der optischen Achse befindet, daher sind die Hornhaut-Reflexe auf beiden Augen gleichmäßig leicht nasal versetzt. Durch die relativ kurze Prüfentfernung kann es zu einer leichten Konvergenzbewegung kommen, was sich ebenfalls in einer leicht nasal versetzten Reflexlage äußern würde.

Sobald die Hornhaut-Reflexe asymmetrisch erscheinen, muss von einem Strabismus ausgegangen werden. Die Größe des vorliegenden Schiefehlers kann dabei mit Hilfe der Reflexlage quantitativ beurteilt werden.

## Brückner-Test

Der Brückner-Test ist hilfreich für die Abklärung mehrerer Faktoren, beispielsweise ob ein Schiefehler, ein Refraktionsfehler oder eine Trübung der Augenmedien vorliegt. Wie

beim Hirschberg-Test eignet sich ein direktes Ophthalmoskop als Prüfinstrument. Damit werden gleichzeitig beide Augen des Patienten beleuchtet. Die Prüfentfernung wird auf circa ein bis zwei Meter vergrößert, der Raum bleibt weiterhin leicht abgedunkelt.

Durch die Beleuchtung beider Augen entstehen Netzhautreflexe, die der Untersucher nun durch das direkte Ophthalmoskop wahrnehmen kann. Bei rechtsrichtigen und nicht-abweichenden Augen hat der Fundusreflex eine kirschröte Farbe. Sobald ein Schielfehler vorliegt, erscheinen die Reflexfarben unterschiedlich. Das schielende Auge hat dabei einen helleren und gelblicheren Reflex.

Mit Hilfe des Brückner-Tests lassen sich ebenfalls Rückschlüsse auf Fehlsichtigkeiten ziehen. Hierzu muss der Untersucher auf die Zerlegung des Reflexes achten, diese erscheint in einer Sichelform. Sobald der hellere Teil sich unten befindet, kann dies ein Hinweis auf eine Myopie sein. Bei einer Hyperopie ist der hellere Teil hingegen oben. Um beide Meridiane erfassen zu können, sollte man die Reflexe vertikal wie auch horizontal prüfen.

#### Cover-Test

Der Cover-Test dient zur Abklärung eines Schielfehlers. Dazu werden dem Patienten ein Fixationsobjekt sowohl in der Ferne als auch in der Nähe angeboten, welches er beidäugig betrachten sollte. Als Fixationsobjekt in der Ferne eignen sich beispielsweise das Kreuz des Pola-Tests oder Einzeloptotypen.

In der Nähe ist eine Fixationsfigur wie der Lang-Würfel sinnvoll, die in circa 40 cm Prüfentfernung angeboten wird. Während der Testdurchführung deckt der Untersucher mit einem Okkluder ein Auge ab und achtet zeitgleich auf eine Bewegung des Gegenauges. Sobald dieses eine Einstellbewegung zeigt, muss von einem Strabismus ausgegangen werden. Die Richtung der Einstellbewegung gibt an, welcher Schielfehler vorliegt.

Um die Höhe des Schielwinkels exakt bestimmen zu können, eignet sich das Vorhalten einer Prismenleiste vor das Gegenauge. Das Prisma wird so lange verstärkt, bis der Untersucher beim Alternieren der Abdeckung keine Einstellbewegung mehr wahrnehmen kann. Erfahrene Untersucher können aus Effizienzgründen die Einstellbewegung abschätzen. Ebenfalls können die Patienten auf subjektiv wahrnehmbare Blicklageänderungen befragt werden.

#### Uncover-Test

Der Uncover-Test ist von der Testabfolge ähnlich dem Cover-Test, das heißt, der Patient betrachtet wiederum beidäugig ein Fixationsobjekt in der Ferne und in der Nähe. Das präsentierte Objekt sowie die Prüfentfernung sind identisch mit dem bereits durchgeführten Cover-Test.

Bei der Testdurchführung deckt der Untersucher wieder ein Auge mit einem Okkluder ab, achtet aber im Gegensatz zum Cover-Test dieses Mal beim Wiederaufdecken auf eine Einstellbewegung. Das heißt, sobald sich eine Bewegung beim

Wegnehmen des Okkluders zeigt, kann von einer Winkelfehlsichtigkeit ausgegangen werden. Die Richtung der Einstellbewegung gibt dabei an, welche Phorieart vorliegt. Die Klassifizierung ist identisch zu dem Vorgang des Cover-Tests.

#### Pupillenteste

Größenvergleich der Pupille im hellen und abgedunkelten Raum: Die absolute Pupillengröße jeden Auges, sowie der Größenunterschied der Pupillen zueinander, sollten sowohl einmal im hellen als auch einmal im abgedunkelten Raum verglichen werden. Erst daraufhin sollten die Pupillenreaktionen getestet werden.

Wenn sich im Hellen und auch im Dunkeln ein gleichmäßiger Größenunterschied der Pupillen zeigt, kann mit einer hohen Wahrscheinlichkeit von einer harmlosen physiologischen Anisokorie ausgegangen werden. Wenn sich eine Abweichung in verschiedenen Beleuchtungsdichten zeigt, kann ein Defekt im Hirnnerv III (parasympathischer Defekt) oder ein Horner-Syndrom (sympathischer Defekt) vorhanden sein. Direkte Pupillenreaktion bei direkter Beleuchtung: Für eine direkte Beleuchtung der Pupillen eignet sich entweder ein direktes Ophthalmoskop oder eine Stableuchte. Die Lichtquelle wird bei der Durchführung von unten in einem Abstand von circa fünf bis zehn Zentimeter auf ein Auge des Patienten gerichtet. Dieser sollte dabei seine Blickrichtung in die Ferne lenken; es bietet sich an, Reihenoptotypen am Sehzeichenmonitor darzustellen. Der Raum sollte während des Tests leicht abgedunkelt werden.

Der Untersucher sollte hier während der Ausleuchtung eines Auges sowohl auf die direkte Pupillenreaktion des beleuchteten Auges als auch auf die konsensuelle Pupillenreaktion des Gegenauges achten. Wenn keine Störung in der Pupillensteuerung vorliegt, verengen und erweitern sich die Pupillen des beleuchteten und nicht-beleuchteten Auges gleichmäßig. Für eine gute klinische Aussagefähigkeit sollten beide Augen mehrmals angeleuchtet werden, zunächst das rechte, anschließend das linke. Störungen zeigen sich oftmals erst nach mehreren Wiederholungen, nachdem das System ermüdet ist.

#### Swinging-Flashlight-Test

Die Überprüfung der afferenten Nervenbahn des Pupillenspiels kann mit Hilfe des Swinging-Flashlight-Tests erfolgen. Grundvoraussetzung ist eine zuvor nachgewiesene funktionsfähige Efferenz. Das Prüfinstrument und die Prüfdistanz sind identisch zur vorhergegangenen direkten Pupillenbeleuchtung.

Bei der Durchführung wird ein Auge für etwa zwei Sekunden beleuchtet, anschließend das Gegenauge ebenfalls für zwei Sekunden. Der Wechsel zwischen beiden Augen wird circa fünfmal wiederholt, daraus ergibt sich der Name Swinging-Flashlight. Bei nicht vorhandenen Störungen reagieren beide Pupillen mit einer gleichmäßigen Verengung bei der Beleuchtung eines Auges. Während des Wechsels von einem zum anderen Auge erweitern sich beide Pupillen auf Grund der

# KONTAKTLINSE+EYECARE



Filmtrailer als Fixationsobjekt bei der Skiaskopie: Die Akkommodation bleibt bei spannenden Inhalten zuverlässig auf die Ferne eingestellt.

geringeren Beleuchtung symmetrisch wieder ein wenig. Eine Störung äußert sich in einem Nichtreagieren einer Pupille. Auf dieser Seite muss von einem Defekt in den afferenten Nervenbahnen ausgegangen werden.

## Test des Farbsehens

Die Prävalenz von angeborenen Anomalien am Auge ist bei Farbsinnstörungen am größten. Sie führen in der Regel jedoch nicht zu einem Handicap im täglichen Leben. Dennoch sollte die Untersuchung der Farbtüchtigkeit bei einer vollständigen optometrischen Untersuchung mitinbegriffen sein. Im Umgang mit Schulkindern ist ein Test hervorzuheben: Ishihara Tafeln gehören zur Gruppe der pseudoisochromatischen Tafeln. Sie dienen hauptsächlich zum Erkennen einer angeborenen Rot-Grün-Schwäche. Auf den Tafeln sind farbige Zahlen auf einem andersfarbigen Hintergrund abgebildet. Der Patient wird angewiesen, die vorliegende Zahl vorzulesen. Für das Screening sind 24 Tafeln ausreichend. Die Zeit der Darbietung sollte in etwa drei bis fünf Sekunden betragen. Wenn die Zahlen von drei oder mehr Tafeln nicht erkannt werden können, muss eine Farbfehlästigkeit angenommen werden. Es können jedoch keine Rückschlüsse gezogen werden, welcher Grad der Farbsinnstörung vorliegt.

## Objektive Refraktionsbestimmung

Ein objektives Refraktionsverfahren ist eine nicht entbehrliche Messung im Rahmen einer vollständigen visuellen Analyse, insbesondere bei einer Untersuchung von Schulkindern. Solange keine diagnostischen Medikamente durch einen Optometristen appliziert werden dürfen, sind zwei objektive Refraktionsmethoden bei der Untersuchung von Kindern hervorzuheben: die Skiaskopie und der Einsatz bestimmter Autorefraktometer. Des Weiteren ist der Einsatz von Zykloplegika für die nachfolgenden

Messungen negativ, da hierbei die Akkommodationsfähigkeit deutlich reduziert wird und somit das Binokularsehen erheblich eingeschränkt ist.

## Skiaskopie

Statische Skiaskopie: Die klassischste und am weitesten verbreitete Methode ist die statische Skiaskopie. Der Untersucher beleuchtet ein Auge aus einer Prüfentfernung von etwa 50 cm bis 66 cm, während sich der Patient auf ein fernes Fixationsobjekt konzentriert. Um virtuell im Unendlichen zu messen, müssen je nach Prüfentfernung entweder 2 Dioptrien (bei 50 cm) oder 1,5 Dioptrien (bei 66 cm) als sogenanntes Distanzglas verwendet werden. Nur so kann eine saubere Fernpunktrefraktion durchgeführt werden. Der Prüfraum ist während der Messung weitestgehend abgedunkelt.

Bei der Messung beurteilt der Untersucher die Bewegungsrichtung des Skiaskop-Lichtbandes und vergleicht es mit der Bewegungsrichtung des Fundusreflexes, der durch die Beleuchtung eines Auges entsteht. Je nach Bewegungsrichtung wird entweder in Plus- oder Minus-Dioptrien-Richtung verstärkt. Das Ziel ist der sogenannte Flackerfall.

Das bedeutet, es ist keine Bewegung des Lichtbandes innerhalb der Pupille mehr sichtbar, stattdessen leuchtet die Pupille bei Beleuchtung des Auges vollständig auf. Um eine möglichst schnelle Durchführung zu gewährleisten, eignet sich dazu entweder ein Phoropter oder eine Skiaskopierleiste am besten.

Die Genauigkeit des Messergebnisses ist nicht nur von den Fähigkeiten des Untersuchers abhängig, sondern auch massiv von der Fixation und Akkommodation des Patienten. Gerade bei der Untersuchung von Kindern sollte auf ein geeignetes Fixationsobjekt geachtet werden. Was sich im praktischen Umgang mit Schulkindern bewährt hat, ist das Darbieten von ihnen bekannten Filmtrailern wie „Ice Age“. Normalerweise ist das Zeigen von kurzen Videosequenzen mit modernen

Sehzeichen-Monitoren möglich. Alternativ können auch Stofftiere oder normale Optotypen als Fixationsobjekt verwendet werden. Durch das Zeigen des Filmtrailers ist die Akkommodation aufgrund des „spannenden“ Fixationsobjektes verlässlich auf die Ferne ausgerichtet. Somit kann in solchen Fällen auf das kontrovers diskutierte Nebeln des nicht gemessenen Auges verzichtet werden, was möglicherweise die Fixation durch den schlechteren Visus negativ beeinflussen würde.

**MEM-Skiaskopie:** Die MEM-Skiaskopie (Monocular Estimate Method) gibt Aufschluss auf die Akkommodationsgenauigkeit. Im Prinzip ist sie als optometrische Voruntersuchung zu sehen, allerdings sollte sie aus Effizienzgründen anschließend an die vorangegangene statische Skiaskopie durchgeführt werden. Im Vergleich zur statischen Skiaskopie befindet sich das Fixationsobjekt bei der MEM-Methode nicht in der Ferne, sondern in der Nähe, bestenfalls eine direkt am Skiaskop angebrachte Lesekarte. Die Prüfentfernung ist mit 40 cm kürzer, auch die Helligkeit im Prüfraum ist mit einer normalen Beleuchtung deutlich heller. Bei der MEM-Skiaskopie sollte darauf geachtet werden, dass das Vorhalten der Messgläser nur sehr kurz erfolgt, um die Binokularität nicht zu sehr zu beeinflussen. Bei dieser Methode sind nur Messgläser zu verwenden, ein Phoropter oder eine Skiaskopierleiste sind in diesem Fall weniger geeignet. Meist weichen die Messergebnisse der MEM-Skiaskopie etwa um +0,5 dpt bis +0,75 dpt von den statischen Skiaskopie-Werten ab. Grund dafür ist eine normale physiologische Unterakkommodation.

#### Autorefraktometer

Herkömmliche Autorefraktometer, also traditionelle Tischgeräte, eignen sich nur sehr bedingt für eine verlässliche Messung bei Kindern. Allerdings sind moderne Handgeräte, wie das PlusOptix, besser für eine objektive Refraktionsbestimmung bei Kindern einsetzbar.

Der PlusOptix ist ein Video-Fotorefraktometer, mit dem man eine objektive Refraktionsmessung sowohl binokular als auch optional monokular durchführen kann. Die Messung kann wie bei der Skiaskopie ohne Zykloplegie erfolgen. Die Prüfentfernung beträgt etwa einen Meter, die Akkommodation auf diese Entfernung von etwa einer Dioptrie wird sofort von der Software wieder abgezogen. Im Gegensatz zu anderen objektiven Refraktionsmethoden ist die Fixationszeit sehr kurz. Bei der Fotorefraktion ist die Mitarbeit des Patienten kaum notwendig.

#### Subjektive Refraktionsbestimmung

Die Basis einer Sehhilfenverordnung ist grundsätzlich die subjektive Refraktion. Für die Umsetzung der Messwerte sind vor allem sowohl psychologisch-physiologische Faktoren des Sehens als auch individuelle Präferenzen an die Sehhilfe von großer Bedeutung. Das Wissen und die Erfahrung des Untersuchers hat dementsprechend eine hohe Gewichtung für die Verordnung einer verträglichen Korrektion.

Die subjektive Refraktion und deren Ablauf ist sehr stark bestimmt vom Alter und Entwicklungsstand des Kindes. Unter

einem Alter von fünf Jahren kann auf eine subjektive Messung verzichtet werden. Bei Schulkindern kann jedoch in der Regel auf die klassische subjektive Messmethode zurückgegriffen werden. Eine objektive Refraktion, im besten Fall eine Skiaskopie, sollte dem aber zu Grunde liegen.

#### Messung und Korrektion nach Haase (MKH)

Die Binokularprüfung mit Hilfe der Messung und Korrektion nach Haase (MKH) ist ein wichtiger Bestandteil der visuellen Analyse bei Schulkindern. Die MKH als assozierte Phoriemessung liefert präzise Untersuchungsergebnisse, bei der alle motorischen und sensorischen Anteile der Fusion berücksichtigt werden. Die Messung wird in der Regel mit einem Polatest bzw. Sehzeichenmonitor in Verbindung mit einer positiven polarisierten Trennung der beiden Augen durchgeführt. Die Grundprinzipien der MKH bleiben auch bei der Messung an Kindern erhalten, wobei im Vergleich zu Erwachsenen der Großteil einer möglichen Korrektur am Kreuz- und Hakentest ermittelt wird. Wichtig bei der Gabe einer prismatischen Wirkung ist, dass eindeutig eine Verbesserung der Situation und der Symptome hervorgerufen werden kann. Die Klärung des Binokularstatus ist in der Kinderoptometrie meist der monokularen Refraktion überzuordnen, was im Grundsatz eine andere Herangehensweise ist als beim Erwachsenen. Die Stereopsis ist dabei einer der wichtigsten Anhaltspunkte der optometrischen Entwicklung eines Kindes. So sollte bei den Stereotesten und dem Valenztest unbedingt auf Suppressionen geachtet werden. Die MKH liefert dabei fundierte Ergebnisse, kein anderer Test ist diesbezüglich aussagekräftiger. Insbesondere die in neuen Sehzeichenmonitoren verfügbaren differenzierten Stereoteste D9 oder D6 geben bereits bei Kindern zwischen drei und fünf Jahren gute Resultate. Wie bei jeder Durchführung einer vollständigen MKH muss bei Kindern die komplette Testreihe auch in der Nähe wiederholt werden. Prinzipiell kommt bei der Messung von jüngeren Patienten dem ganzen jedoch nochmals eine höhere Gewichtung zu, denn am Kreuztest in der Nähe zeigen sich das Zusammenwirken der Akkommodation und Vergenz. Diese Aussagen sind enorm wichtig für die spätere Diagnose und die daraus resultierende Versorgung des Kindes.

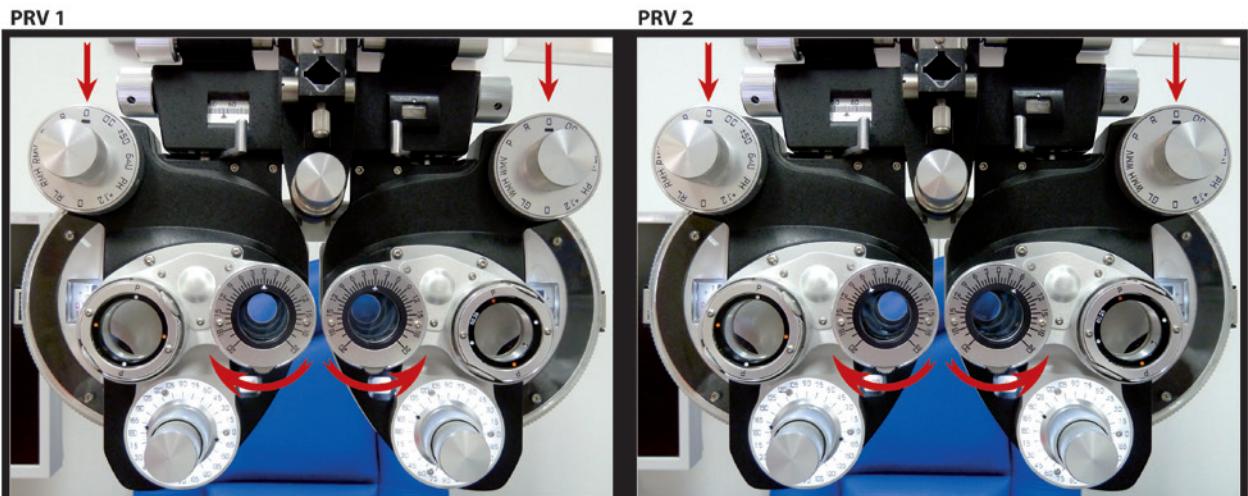
#### Amerikanische Analyseteste für Binokularsehen

Im anglo-amerikanischen Raum werden andere Teste zur Bestimmung von möglichen Binokularproblemen herangezogen. Die Verbindung dieser Testreihe mit den vorangegangenen Eingangstesten und der MKH ergeben für den Untersucher ein gutes Gesamtbild über den Binokularstatus des Patienten.

#### Relative Akkommodationsbreiten

Die positive und negative relative Akkommodation gibt Aufschluss über die maximale Akkommodationsfähigkeit in Abhängigkeit zur Vergenz. Zur Testdurchführung bei Schulkindern eignen sich ein manueller Phoropter in Verbindung

# KONTAKTLINSE+EYECARE



Messung der positiven relativen Vergenz (PRV)

mit einer an der Akkommodometerstange befestigten Diamond Card mitunter am besten. Die Diamond Card ist eine spezielle Nahtafel der Pacific University of Optometry, die sich sehr gut für Binokularteste verwenden lässt. Natürlich sind auch andere Testtafeln möglich.

Die Prüfentfernung beträgt 40 cm. Das Kind wird darauf hingewiesen, die Nahtafel so lange wie möglich einfach und scharf zu halten. Dies ist Grundvoraussetzung für verlässliche und reproduzierbare Testergebnisse.

Zur Einstellung am Phoropter gehört, dass beide Okulare geöffnet sind, die Konvergenzstellung des Phoropters eingestellt wird und die subjektive Fernkorrektion vorgeschaltet wird. Für die Messung der positiven relativen Akkommodation (PRA) werden simultan rechts und links Minusgläser in -0,25 dpt-Schritten vorgeschaltet. Sobald die Buchstaben an der Testtafel nicht mehr scharf gesehen werden können, signalisiert dies die maximale Minusakzeptanz beziehungsweise den Blur-Punkt der PRA. Nun werden zusätzliche -0,5 dpt vorgeschaltet, sodass das Bild komplett verschwommen ist. Anschließend wird das Minus so lange reduziert, bis die Testtafel wieder scharf wahrgenommen werden kann. Dies gibt den Recovery-Punkt der PRA an. Das gleiche Prozedere wird nun für die negative relative Akkommodation (NRA) wiederholt, das heißt, nun werden Plusgläser vorgeschaltet. Durch den Begriff „relativ“ wird angegeben, dass die Akkommodation nicht isoliert getestet wird, sondern in Abhängigkeit zur Vergenz. Um herauszufinden, was der begrenzende Faktor ist – die Akkommodation oder die Vergenz – sollte das Testverfahren monokular wiederholt werden. So kann die Akkommodation getrennt von der Vergenz getestet werden.

## Relative Vergenzbreiten

Mit Hilfe der positiven und negativen Vergenz kann die maximale Fähigkeit von Konvergenz und Divergenz getestet

werden. Die Testkomponenten bleiben wie bei der vorangegangenen Messung der relativen Akkommodationsbreiten die gleichen, das heißt, es werden ein Phoropter und eine Diamond Card in 40 cm Testentfernung verwendet.

Bei der Messung von Schulkindern hat es sich bewährt, die Vergenzbreiten mit Hilfe der Messung der ansteigenden Vergenz zu prüfen. Man kann den Test sowohl in der Ferne als auch in der Nähe vollziehen. Aus zeit- und effizienztechnischen Gründen ist es jedoch oft ausreichend, den Test in der Nähe durchzuführen, denn die Messung gibt uns Aufschluss über die maximale Belastbarkeit des Vergenz-Systems. Das heißt auch, dass in der Regel bei einem geschwächten System sowohl die Ferne als auch die Nähe Defizite aufzeigen. Bei nicht plausiblen oder überprüfungswürdigen Ergebnissen kann jedoch die Ferne im Anschluss getestet werden. Der Proband wird wieder darauf hingewiesen, die Diamond Card so lange wie möglich einfach und scharf zu halten.

Bei der Messung der negativen relativen Vergenz (NRV) in der Nähe wird zunächst die erste Testrichtung an dem Phoropter eingestellt. Dabei ist zu beachten, dass die Basis nach innen verschoben werden soll. Während der Messung bleiben beide Okulare geöffnet, die Konvergenzstellung des Phoropters ist eingestellt und die Fernkorrektion vorgeschaltet. Im Vergleich zur NRA werden diesmal nicht höher werdende Plus-Dioptriewerte präsentiert, sondern eine Steigerung von Prisma Basis innen. Dies geschieht mit Hilfe von beiden Prismenkompensatoren des Phoropters, das heißt, es werden ab dem Nullpunkt so lange Prisma Basis innen gegeben, bis das Bild nicht mehr einfach wahrgenommen werden kann. Dies beschreibt den Break-Punkt der NRV. Es kann sein, dass zuvor das Bild zunächst unscharf wird, bevor es sich entzweit, was den Blur-Punkt der NRV beschreibt. Dieser Wert sollte eben-falls notiert werden, auch wenn ihm nicht so eine hohe Gewichtung wie dem Break- und dem Recovery-Punkt zukommt. Nach dem Break-Punkt wird das Prisma nochmals um circa zwei Prismendioptrien

verstärkt, sodass ein deutliches Doppelbild gesehen werden kann. Anschließend wird das Prisma Basis innen abgeschwächt, bis wieder ein einfaches Bild entsteht. Dies signalisiert den Recovery Punkt der NRV.

Im zweiten Teil der Vergenzbreiten-Messung wird die positive relative Vergenz (PRV) (siehe Abbildung auf nächster Seite) gemessen. Die Testdurchführung ist exakt dieselbe wie bei der Prüfung der NRV, es wird jedoch im Vergleich nicht Prisma Basis innen präsentiert, sondern Prisma Basis außen. Auch hier werden wieder dieselben Messpunkte, also Blur, Break und Recovery, notiert.

Der Namenszusatz „relativ“ zeigt auch, dass keine isolierte Messung der Vergenz vorliegt. Die Akkommodation ist also involviert. Im Vergleich zur Akkommodation lässt sich die Vergenz jedoch nur binokular messen.

### Ermittlung des AC/A

Der AC/A beschreibt das Verhältnis der akkommodativen Konvergenz zur Akkommodation. Vor allem in der Kinderoptometrie ist dieser einer der wichtigsten und aussagekräftigsten Messwerte, denn er gibt viel Aufschluss über den binokularen Status. Der AC/A kann auf zwei Arten ermittelt werden. Zum einen besteht die Möglichkeit des kalkulierten AC/A. Hierbei wird der AC/A anhand der Fern- und Nahphorie berechnet. Im praktischen Umgang hat sich jedoch die Messung des AC/A-Gradienten bewährt. Hierzu wird die Phorie in der Nähe zweimal gemessen und zeitgleich der akkommodative Aufwand verändert.

Der AC/A ist die Grundlage für die Unterscheidung von Binokularstörungen. Bei niedrigen AC/A-Verhältnissen muss von einer Insuffizienz im Vergenzsystem ausgegangen werden, ein hoher AC/A lässt Rückschlüsse auf einen Exzess der Vergenz zu. Bei einem normalen AC/A im Verhältnis 4 cm/m : 1 dpt bleiben als mögliche Störungen entweder Fehler in der Akkommodation oder Basis-Phorien.

### Dissozierte Phorie nach von Gräfe

Mit der von Gräfe-Technik am Phoropter lässt sich die dissozierte Phorie des Kunden messen. Das bedeutet, im Vergleich zur MKH wird die Phorie unter einer komplett aufgehobenen Fusion geprüft. Dadurch herrschen zwar keinerlei natürliche Sehbedingungen, aber es kann der rein motorische Anteil der Phorie gemessen werden. Das Ergebnis eignet sich daher nicht für eine prismatische Verordnung.

Bei der Durchführung des von Gräfe-Tests ist es essenziell, dass man das Kind immer wieder auffordert, die Testkarte so scharf wie möglich zu halten. Ansonsten ist es unmöglich, die Akkommodation zu kontrollieren, was zu deutlich schlechteren und unverlässlicheren Messergebnissen führen würde. Die bereits zuvor erwähnte Diamond Card eignet sich auch auf Grund der hohen Visusanforderung daher bestens. Der Test kann sowohl in der Ferne als auch in der Nähe durchgeführt werden. Für eine erhöhte Effizienz bei der Messung mit Kindern genügt die Durchführung in der Nähe, da durch die Ergebnisse der MKH und des (Un-)Cover-Tests der

Fernstatus des Binokularsehens bekannt ist. Für die anschließende Messung des AC/A wird jedoch ein Basiswert benötigt, dazu eignet sich die Nahphorie sehr gut.

Wie bei den vorherigen Testen sind beide Okulare geöffnet, die Konvergenzstellung eingestellt und die Fernkorrektion vorgeschaltet. Auch die Testtafel (Diamond Card) befindet sich immer noch in 40 cm Testentfernung. Durch das Verschalten eines Höhenprismas von etwa 6 cm/m Basis unten auf der rechten Seite und etwa 12 cm/m Basis innen auf der linken Seite werden die Seheindrücke der beiden Augen voneinander getrennt. Das Kind sollte nun zwei in der Höhe versetzte Rauten der Diamond Card wahrnehmen, die zusätzlich verschoben sind. Nun wird das Prisma Basis innen so lange verändert, bis die beiden Rauten direkt untereinanderstehen. Dieser Wert stellt die dissozierte Phorie dar. Bei Kindern erwartet man eine Exophorie  $3 \text{ cm/m} \pm 3$ , sprich Prisma Basis innen. Der Test zeigt eine gute Reproduzierbarkeit unter Berücksichtigung der Akkommodationskontrolle. Die Messung des AC/A-Gradienten ist im direkten Anschluss an die Messung der dissozierten Phorie nach der von Gräfe-Technik am effizientesten, denn es sind ohnehin schon alle richtigen Phoroptereinstellungen gegeben. Die Phorie stellt den Ausgangspunkt für die weitere AC/A-Prüfung dar. Nun wird die Fernkorrektion jeweils einmal um -1,0 dpt beziehungsweise +1,0 dpt verändert. So erhält man ohne Rechenaufwand die AC/A-Ratio, denn das Verhältnis bezieht sich immer auf 1 dpt im Nenner. Bei der Gabe von Minus muss das Kind akkommodieren und bei der Gabe von Plus desakkommodieren, was in beiden Fällen zu einer Veränderung der Vergenz führt. Die jeweilige prismatische Veränderung in Minus- und Plus-Richtung wird addiert und das Resultat anschließend durch zwei geteilt. Das Ergebnis ist der AC/A.

### Absolute Akkommodation

Im Vergleich zu allen vorangegangenen Testen wird die absolute Akkommodation monokular gemessen, das heißt, es wird ein Okular geschlossen. Ansonsten bleiben die restlichen Phoroptereinstellungen gleich, sprich die Konvergenzstellung und die Fernkorrektion. Auch die Diamond Card kann weiterhin als Fixationsobjekt bestehen bleiben. Wenn man binokular messen würde, hätte man wieder Einuss der Vergenz, was man bei diesem Test vermeiden möchte.

Der Push-up-Test eignet sich im praktischen Umgang mit Kindern sehr gut. Ziel des Tests ist es, die Tafel so nah wie möglich in Richtung des Kindes zu verschieben, bis sie nicht mehr scharf aufgelöst werden kann. Wichtig dabei ist, dass während der Messung die Buchstaben der Diamond Card immer wieder vorgelesen werden müssen, um eine gute Fixation zu gewährleisten. Es bietet sich je nach Alter des Kindes an, die Fernkorrektion um -2,0 bis -4,0 dpt zu verändern. Dadurch wird die Akkommodation vorab schon etwas aufgebraucht und die Testtafel muss nicht so nah an die Augen geführt werden. Das Ergebnis des Tests setzt sich also aus dem Kehrwert der gemessenen Distanz und dem verwendeten Minus zusammen.

# KONTAKTLINSE+EYECARE

## Akkommodations-Flexibilität

Die Akkommodations-Flexibilität beschreibt die Möglichkeit des Augenpaares zu akkommodieren beziehungsweise deszuakkommodieren. Beim Prüfen wird nicht nur die Fähigkeit an sich getestet, sondern auch die Schnelligkeit beim Umschalten und die Ausdauer. In der Regel wird der Test der Akkommodations-Flexibilität binokular durchgeführt, also auch unter Einfluss der Vergenz. Bei Auffälligkeiten ist der Test auch monokular wiederholbar. So kann abgegrenzt werden, ob die Akkommodation oder die Vergenz der limitierende Faktor ist, ähnlich wie bei der Messung der relativen Akkommodationsbreiten. Bei Kindern unter acht Jahren ist die Reproduzierbarkeit noch eingeschränkt, bei Schulkindern höheren Alters liefert die Messung aber zuverlässige Ergebnisse.

Eine der effizientesten Methoden zum Testen der Akkommodations-Flexibilität ist die Verwendung eines Plus-Minus-Flippers. In dem Wendevorhalter befindet sich ein Gläserpaar +2,0 dpt auf der einen Seite und -2,0 dpt auf der anderen Seite. Als erster Schritt muss geklärt werden, ob das Schulkind durch beide Gläserpaare ein scharfes Bild auf das Lesegut bilden kann. Sollte dies mit dem  $\pm 2$  dpt Flipper nicht möglich sein, deutet dies auf ein Defizit im Akkommodationssystem hin und es sollte ein schwächerer Wendevorhalter genutzt werden.

Das Lesegut für die Testdurchführung sollte einen Visusanspruch von etwa 0,6 in einer Prüfentfernung von 40 cm haben. Durch die Möglichkeit, die Optotypen für verschiedene Altersgruppen anpassen zu können, ist es effizient, die Lesetafeln selbst anzufertigen. Alternativ können auch Rock Cards verwendet werden.

Gemessen wird die Zeit, bis das Kind die Buchstaben in der Nähe durch das +2,0 dpt Gläserpaar scharf sehen und dementsprechend auch vorlesen kann. Anschließend wird der Flipper auf die -2,0 dpt Seite gewendet und es wird wiederum die Zeit gemessen, bis das Lesegut vorgelesen werden kann. Das Ergebnis wird in Umdrehungen pro Minute, englisch cycle per minute (c/min), angegeben. Eine komplette Umdrehung ist die Verwendung von einmal Plusseite und einmal Minusseite. Der Test wird insgesamt zwei Minuten durchgeführt, die Umdrehungen werden aber sowohl für die erste als auch die zweite Minute separat notiert. Was sich in der Praxis ebenfalls als hilfreich für zusätzliche Informationen erwiesen hat, ist während der Messung die Akkommodation mit einem Skiaskop zu beobachten.

## Gesundheitsvorsorgliche Untersuchungen

Das Hauptaugenmerk der Untersuchung bei Kindern gilt definitiv dem Binokularsehen. Nichtsdestotrotz dürfen gesundheitsvorsorgliche Untersuchungen bei einer visuellen Analyse von Schulkindern nicht fehlen. Nur so können mögliche pathologische Veränderungen der Augenstrukturen wie der Hornhaut oder auch der Netzhaut aufgedeckt werden.

## Interpretation der Messwerte

### und Klassifikationen der Diagnosen

Für die Interpretation aller Messwerte, die durch die visuelle Analyse erzeugt wurden, ist es wichtig, diese richtig einordnen zu können. Das Wissen der Normwerte ist essenziell für jeden Kinderoptometristen, denn so können oft während der Durchführung einer visuellen Analyse bei Schulkindern gewisse Muster erkannt werden und die weitere Untersuchung dementsprechend ausgerichtet werden. Auch nach Abschluss der Untersuchungsreihe können die vorliegenden Testergebnisse leichter interpretiert und zu einer zielführenden Diagnose verknüpft werden.

Als Basis der Klassifikation von Befunden bei Schulkindern eignet sich das von Scheiman und Wick entwickelte Schema hervorragend. Durch die im deutschsprachigen Raum gelehrt MKH kann dieses nochmals erweitert werden und somit für noch verlässlichere Diagnosen sorgen. Mit der Verknüpfung dieser beiden Welten gelingt es, die assoziierte Phorie in Zusammenhang mit der Fehlsichtigkeit, Akkommodation, Phorie und Vergenz zu setzen. Binokulare Befunde lassen sich grundsätzlich in drei Kategorien einteilen: In Akkommodation, Vergenz und Phorie. Durch das Interpretieren der vorhandenen Messwerte und der Klassifikation gewisser Muster können diese einer der drei Kategorien zugeordnet werden. Je nach Kategorie stehen spezifische Korrektions- und Versorgungsmöglichkeiten offen. In einigen Fällen lassen sich die Messergebnisse nicht exakt einer Kategorie zuordnen, das heißt, es sind Defizite in mehreren Teilbereichen des visuellen Systems vorhanden. Dies macht es für den Untersucher schwieriger, einen Ansatz zur Versorgung zu finden. Grundsätzlich versucht man allerdings, Akkommodationsprobleme vor anderen Einbußen zu korrigieren, da die Akkommodation einen Großteil des Binokularsehens steuert.

## Optionen zur Versorgung

Für die Versorgung vorliegender Störungen im visuellen System stehen uns mehrere Lösungsansätze offen, wie beispielsweise die klassische Korrektur mit einer Brille oder Kontaktlinse. Hier können teilweise auch Über- oder Unterkorrekturen neben der Vollkorrektion der Stärke schon zielführend sein. Alternativ bieten sich dem Optometristen eine prismatische Korrektion, ein optometrisches Sehfunktions-training oder andere Lösungen, wie die Überweisung zu anderem Fachpersonal. ■

**Florian Ambros** absolvierte nach dem Abitur das Bachelorstudium im Fachbereich Augenoptik/Optometrie und anschließend das Masterstudium in Vision Science and Business (Optometry). Er ist zudem Hörakustikmeister und VDCO-Vorstandsmitglied. Derzeit ist er Inhaber von zwei Augenoptik/Optometrie-Betrieben in Passau und Regensburg.

