

# Wieviel Auge braucht der Sport?

Dieter Schnell

*Der Sport ist, gleichgültig ob er der Gesundheit oder der Leistung dient, auf ein gutes Sehvermögen angewiesen. Bis zu 95 Prozent der Umwelteindrücke werden im Sport über das Sehorgan aufgenommen. Optimale Leistungen im Sport setzen eine optimale Sehfähigkeit voraus, und zwar in der Lernphase ebenso wie in der Phase der Automatisierung der Bewegung. Somit entscheiden in unserer Zeit, etwas überspitzt formuliert, die Sehqualitäten von Hochleistungssportlern oft über das Weltprestige einer Nation. Umso erstaunlicher ist es, daß der Sport die Wichtigkeit optimierter Sehfunktionen noch immer nicht erkannt hat. 40 Prozent aller Fehlsichtigen treiben ihren Sport ohne*

*Sehkorrektur. Nur drei der über 50 Sportverbände in Deutschland prüfen die Augen ihrer Sportler und Kampfrichter. Neben den verschiedenen Sehschärfearten ist das räumliche und das periphere Sehvermögen, das Kontrast-, Farb- und Dämmerungssehen, die Akkommodation, die Flimmerverschmelzungsfrequenz, das Bewegungssehen sowie die Auge-Kopf-Körper-Koordination bei sportlichen Betätigungen von Bedeutung.*  
**ZUSAMMENFASSUNG**  
*Schlüsselwörter: Sport-Sehvermögen, statische Sehschärfe, dynamische Sehschärfe, Bewegungsschärfe, Auge-Kopf-Körper-Koordination*

## How much Vision is Necessary in Sports?

*Physical activity depends on adequate vision no matter whether the objective is competition or purely health purpose. Up to 95 per cent of environmental impressions are received by vision. This holds true for the learning phase as well as for automatized sports movements. In extreme, national reputation in a certain field of sports may depend on the strength of vision of the competing athletes. Surprisingly, the significance of optimized vision in the field of sports has not been recognized. Up to 40 per cent of athletes with vision impairment are not adequately treated. Only three of more than*

*fifty sports associations in Germany recommend and perform visual examinations of their active athletes, umpires or referees. Visual accuracy, space and peripheral related vision, contrast sensitivity, colour recognition, twilight adjustment, accommodation, frequency of fibrillation fusion, vision during motion as well as coordinations of eyes, head and body during simple and complex movements are of main importance.*  
**SUMMARY**  
*Key words: Strength of vision in sports, static vision acuity, dynamic vision acuity, vision of motion, eyes-head-body-coordination*

**W**enn man einen sportbegeisterten Menschen fragt, welche Sehqualitäten, seiner Meinung nach, ein Leistungssportler benötigt, dann wird er antworten: Eine gute Sehschärfe! Ein Trainer wird hinzufügen: ... Und ein „schnelles Auge“.

Beide Antworten sind richtig, aber unvollständig: Sie sagen nichts über die Vielfalt der Sehfunktionen, die im Sport eine Rolle spielen. Etwa 95 Prozent aller Umwelteindrücke im Sport nimmt der Mensch über das Auge auf. Der Begriff „Auge“ dient hier als Synonym für das „Sehorgan“, welches aus beiden Augen, Nervenbahnen und Gehirnzentren besteht.

Nur wenn alle diese genannten Strukturen zusammenwirken, kann ein optimales Sehen ermöglicht werden. Nicht nur die zentralen, sondern auch die peripheren Funktionen des Sehorgans und höhere Funktionen des Zerebrums sind im Sport von Bedeutung.

## Zentrales Sehen

Mit die wichtigste Funktion des Auges im Sport ist die Sehschärfe. Je nachdem, ob es sich um die Wahrnehmung von Stillstehendem oder Bewegtem handelt, spricht man von statischer oder dynamischer Sehschärfe. Die statische Sehschärfe spielt die Hauptrolle bei allen langsam ablaufenden Bewegungen. Wir unterscheiden vier Sehschärfearten (7):

► Mit Hilfe der Punktsehschärfe stellt man fest, ob ein Objekt vorhanden ist oder nicht. Bedeutung hat sie bei Querfeldeinsportarten (beispielsweise beim Waldlauf, Radsport) zur Erkennung der günstigsten Wegstrecke und von Hindernissen.

► Eine gute Auflösungs- oder Kontrastsehschärfe (im angloamerikanischen Sprachraum: contrast sensitivity oder kurz CS) zur Detailerken-

nung benötigt man bei Sportarten, die mit kleineren Gegenständen (Puck, Bällen) gespielt werden und bei denen stärkere Helligkeitskontraste vorkommen (Tennis, Golf, Segeln). Die CS spielt im amerikanischen Sportgeschehen eine zunehmende Rolle (5) und wird bei vielen Sportarten als wichtigstes, oft einziges Sehschärfekriterium getestet. Hierbei verwendet man schwarzweiße Streifenmuster. Mit sinkendem Kontrast verschlechtert sich die Sehschärfe zum Teil erheblich (7).

► Die Lokalisations- oder Noniussehschärfe befähigt, kleinste Veränderungen der räumlichen Beziehung von Objekten zueinander festzustellen, zum Beispiel die Parallelität oder den Grad der Verschiebung von Linien zu beurteilen (Beispiel: AbleSEN eines Nonius an der Schieblehre). Sie spielt bei Schießsportarten eine große Rolle. Da die Auflösung dieser Sehschärfeart höher liegt als auf Grund der optischen Eigenschaften des Auges und der Größe der Rezep-

Augenabteilung (ärztliche Leiter Dr. med. Dieter Schnell, Dr. med. H. J. Schnell), Akademisches Lehr- und Kreiskrankenhaus, Waldbröl

toreinheiten der Netzhaut zu erwarten wäre, spricht man auch von der „Übersehschärfe“ (angloamerikanisch: hyperacuity) (7).

► Die Erkennungssehschärfe, die wir mit Visus bezeichnen, dient der genauen Identifizierung von Formen und Eigenschaften der Objekte. Neben den Kriterien, die die oben genannten Sehschärfearten beeinflussen, spielen hier auch psychische und andere zerebrale Faktoren (zum Beispiel die Fähigkeit des Formerkennens) eine Rolle. Im Sport benötigt man sie beispielsweise zum Erkennen von Mit- oder Gegenspielern in Mannschaftssportarten, von Zielmarkierungen, Anzeigetafeln. Neben den bekannten subjektiven Bestimmungsmethoden der Sehschärfe werden mehr und mehr auch objektive Verfahren im Sport herangezogen, wie die Ableitung visuell evozierter Potentiale (VEP) oder solche, die auf dem optokinetischen Nyctagmus (Rasterverfahren) beruhen.

Von unserer Arbeitsgruppe durchgeführte Feldversuche ergaben, daß alle genannten statischen Sehschärfearten auch beim dynamischen Sehen eine Rolle spielen, was aber nicht heißt, daß die Qualität der statischen Sehleistung Rückschlüsse auf die Güte des dynamischen Sehens zuließe (10). Diese unterliegt eigenen Gesetzmäßigkeiten. Die dynamische Sehschärfe setzt sich aus den Funktionen des zentralen und des peripheren Sehens zusammen. Vom Netzhautzentrum zur Peripherie hin nimmt die Sehschärfe rasch ab. Schon 10 Grad neben der Fovea centralis liegt die statische Sehschärfe bei 20 Prozent und 20 Grad parazentral bei 10 Prozent. Der Visus spielt also beim peripheren Sehen eine untergeordnete Rolle. Da aber beim Bewegungssehen stets das Bestreben besteht, das periphere Bild zur genauen Identifizierung zu zentralisieren, darf auch die statische Sehschärfe nicht vernachlässigt werden.

Die dynamische Sehschärfe steigt schon während leichter sportlicher Betätigung, wie Warmlaufen und Joggen (3), an, trainiert und optimiert wird sie durch die Ausübung schneller Sportarten. Tennis-, Tischtennis-, Badminton-, Volley-, Basket-, Hand- oder Baseballspieler erwerben in ihrem Sport eine erheblich bessere dynamische Sehschärfe als Sportler an-

derer Sportarten (beispielsweise Turnen, Schwimmen) oder ein nicht sporttreibendes Vergleichskollektiv (1, 11).

Der Ausgleich von Fehlsichtigkeiten im Sport wird durch Sportbrille, Kontaktlinsen oder bei Sportarten, die eines Augenschutzes (beispielsweise Squash) oder der Luft als optisches Medium (beispielsweise beim Tauchen) bedürfen, unter Umständen durch die Kombination beider vorgenommen (Abbildung 1).

Welche Art und Ausführung einer Brille oder Kontaktlinse bei der betriebenen Sportart in Frage kommt, hängt von der Sportdisziplin und der jeweiligen Beschaffenheit der Augen ab, im Einzelfall sollte ein sporterfahrener Anpasser beraten und entscheiden helfen. Die Vielfalt der möglichen Kontaktlinsen, sowohl bei den hochgaa-

tary, Radfahren, Golf, Skilauf). Neuere Untersuchungen haben gezeigt, daß das Kontrastsehen beim Skilauf durch (gelb-)farbige Brillen verbessert werden kann (4). Bedenkt man, daß sich das Auge Leuchtdichteunterschieden zwischen einem Milliardstel und 10 Millionen Candela pro Quadratmeter (2) anpassen muß, so versteht man, daß hier eine große Adaptationsleistung zu vollbringen ist, auch und gerade im Sport. Einer guten Helligkeitsanpassung bedarf es zur Leistungsoptimierung und Unfallverhütung beim Hallen- (Tennis, Badminton, Leichtathletik) und Nachtsport (Ultraläufe, Triathlon, Autorennen).

In vielen Sportarten spielt das räumliche Sehen eine große Rolle. Schon monokular sind Möglichkeiten räumlicher Zuordnung von Sehobjek-

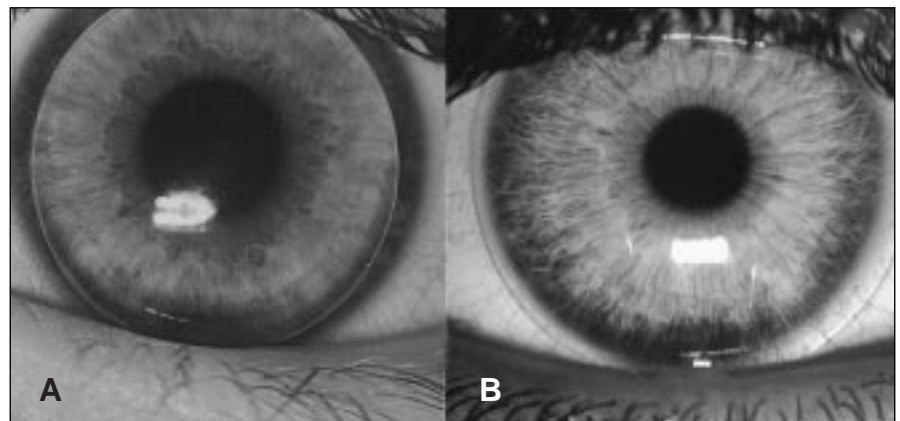


Abbildung 1: Harte (A) und weiche (B) Kontaktlinsen

durchlässigen harten (hartflexiblen) als auch bei den weichen ist zu groß, als daß ein Laie sich zurechtfinden könnte, zumal bei falscher Auswahl und Handhabung Gefahren drohen.

Obwohl Farben im Sport meist keine allzu große Bedeutung haben, ist das Farbsehen doch von Wichtigkeit. An bewölkten Tagen nimmt der total farbenblinde Mensch zwischen 25 und 50 Kontraststufen wahr, der Farbnormale aber zwischen 5 und 10 Millionen. Dies ist vor allem bei Sportarten relevant, bei denen es auf das rasche Erkennen von kontrastarmen Objekten (Bällen, Spielfeldeinzeichnungen, Hindernissen wie Steinen, Wurzeln, Unebenheiten, Löchern) ankommt, so bei Sportarten über dem oder in dem Gelände (beispielsweise Fliegen, Fallschirmspringen, Autorennen, Querfeldein-Sportarten wie Laufen, Mili-

ten gegeben: Größenvergleiche, die Anordnung der Sehdinge im Raum (alles, was weiter entfernt ist, liegt im Bild weiter oben und wirkt kleiner), Objektüberschneidungen, perspektivische Verkürzungen, parallaktische Verschiebungen, die Verteilung von Licht und Schatten verschaffen schon dem Einäugigen einen gewissen räumlichen Eindruck. Aber nur das volle beidäugige Stereosehen (mit Fusion) gibt genauen Aufschluß über die räumlichen Verhältnisse, läßt also präzise die Anordnung und Abstände der Sehdinge von einander erkennen. Einäugige Sehschärfenminderungen (künstlich durch Sichtfolien oder durch Verletzungen) führen zu erheblich stärkeren Störungen des räumlichen Sehens und damit auch zu intensiveren Beeinträchtigungen der sportlichen Leistungsfähigkeit als beidseitige.

Im Sport ist die Akkommodation im allgemeinen von untergeordneter Bedeutung. Eine gewisse Relevanz besitzt sie in Nahsportarten wie zum Beispiel Tischtennis, wo es bei Alterssportlern zu Korrekturschwierigkeiten kommen kann. Die Akkommodation spielt aber auch eine Rolle bei kaum bekannten Phänomenen, welche im Sport von nicht zu unterschätzender Bedeutung sind, der Mikropsie und der Makropsie. Die Fähigkeit des Sehorgans, große Dinge zu verkleinern (Mikropsie), die nahe liegen (beispielsweise beim Fangen eines Medizinballes), und kleine, weiter entfernt liegende Objekte (Puck, Feldhockey- und Golfball) zu vergrößern (Makropsie), dient dem besseren Erkennen. Krankhafte Akkommodationsspasmen oder -lähmungen führen zu erheblichen Befindlichkeitsstörungen und in einigen Sportarten (Ballsportarten, Turnen) zu einem extremen Leistungsabfall.

## Peripheres Sehen

Während das zentrale Sehen der Auflösung und dem Erkennen dient, vermittelt das periphere Sehen Raum-, Orientierungs- und Bewegungseindrücke.

Kein Mannschaftsspiel kann effektiv ablaufen, kein Wettkampf im Wasser oder zu Lande erfolgreich sein, wenn nicht Mannschaftskameraden oder Gegner gesehen und kontrolliert werden. Müßte man dazu immer den Kopf wenden, so verlöre man die Laufrichtung und das Bildwichtige „aus dem Auge“. Hier hilft die Orientierung über die Peripherie: Beim Blick geradeaus erfährt der Mensch einen Bereich von 190 Grad, er sieht also auch Dinge, die leicht hinter ihm liegen, wendet er den Blick, so überschaut er drei Viertel der Zirkumferenz, etwa 270 Grad also (Grafik). Mit Kopfwendung kann der Mensch ohne Körperdrehung rundum sehen.

Je peripherer ein Gegenstand wahrgenommen wird, desto stärker muß er sich bewegen, um Aufmerksamkeit und Hinwendung zu erzeugen. Dieses gute „zeitliche Auflösungsvermögen“ der Peripherie ist in den meisten Sportarten äußerst wichtig.

Im Sport spielt die Flimmerverschmelzungsfrequenz (FVF) eine gro-

ße Rolle. Sportwissenschaftler fanden bei Hochleistungssportlern eine bis 50 Prozent erhöhte FVF gegenüber Nichtsportlern. Des weiteren stellten sie fest, daß eine gesteigerte FVF auf ein erhöhtes zentralnervöses Aktivierungsniveau hinweist (6). Man geht im Sport davon aus, daß man durch Messung der FVF feststellen kann, ob der Sportler „gut drauf“ ist. Die FVF dient somit als Indikator für die (zerebrale) Leistungsfähigkeit von Sportlern.

## Höhere Sehfunktionen

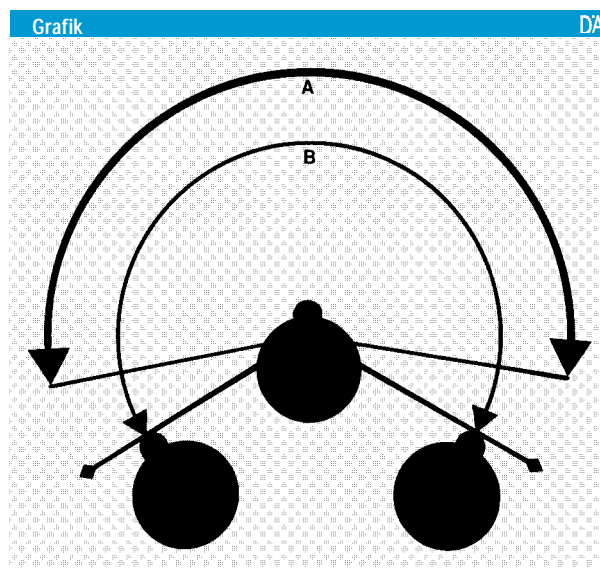
Während beim Elfmeter im Fuß- oder dem Siebenmeter im Handball das statische Sehvermögen des Schützen ausschlaggebend ist, spielt beispielsweise bei der Ballannahme das

ge (Abbildung 2) an den Beteiligten. Müssen Kampfrichter beispielsweise mehrere Gliedmaßen gleichzeitig beobachten, so sind sie oft überfordert, vor allem, wenn die Beobachtungspunkte weiter auseinanderliegen, weil die Sehschärfe nur im Fixationspunkt optimal ist. Wir stellten durch Videoaufnahmen fest, daß bei den Gehwertbewerben in der Leichtathletik trotz intensivster Beobachtung durch Kampfrichter viele Schrittfehler nicht erkannt werden (eigene unveröffentlichte Ergebnisse). Unsere Empfehlung lautete daher, diese Disziplinen aus den Wettkämpfen zu streichen. Noch schwieriger wird die synchronoptische Beobachtung komplizierter Bewegungsabläufe wie beim Trampolinturnen.

Langsame Bewegungen können kontinuierlich mit den Augen verfolgt

werden, schnelle jedoch nur durch Blicksprünge, Sakkaden. Sakkaden aber haben den Nachteil, daß das Sehen für 100 bis 200 Millisekunden ausgeschaltet wird, findet in dieser Zeit zum Beispiel ein Abgang vom Barren statt, so kann ein Kampfrichter diesen nicht beurteilen. Bewegungssehen besteht meist in einem Wechsel zwischen kontinuierlichem Folgesehen und Sakkadensehen. Hochleistungssportler in schnellen Sportarten wie Tennis, Badminton oder Tischtennis trainieren das Bewegungssehen durch ihre Sportart perfekt. Ein reines Blicktraining dagegen führt nach unseren Erfahrungen im allgemeinen nicht zum Ziel (6, 10).

Im Sport geht es nicht nur darum, ein Objekt (Ball, Schläger, Mit- und Gegenspieler) zu identifizieren und zu lokalisieren, sondern auch darauf, mit dem eigenen Körper angemessen zu reagieren. So kann der Tennisspieler nur optimal retournieren, wenn er sich frühzeitig auf den Ball des Gegners einstellt. Dieses Stellungsspiel ist abhängig von der dynamischen Sehfähigkeit, der Reaktionsgeschwindigkeit und der Erfahrung des Sportlers, es wird durch das



Gesichts- (A) und Blickfeld (B)

dynamische Bewegungssehen die entscheidende Rolle. Das Bewegungssehen dient der Erkennung von Größe, Farbe, Gestalt, von Bewegungsrichtung und Bewegungsgeschwindigkeit scheinbar oder tatsächlich bewegter Objekte oder Körper. Wir unterscheiden das Sehen der Eigenbewegung von dem der Fremdbewegung. Das Bewegungssehen ist von völlig anderer Qualität, ob man zum Beispiel die Körperposition durch die Beobachtung des Umfeldes beim Trampolinsalto zu beurteilen hat oder als Trainer die Übungen eines Turners. Hohe Anforderungen stellt die synchronoptische Beobachtung zweier oder mehrerer Vorgän-



Auge kontrolliert und korrigiert. Ein erfahrener Tennisspieler beobachtet die Schulter des Gegners, dann eine kurze Flugstrecke des Balles. Aus diesen Daten errechnet sein Gehirn die gesamte Ballflugbahn. Ohne daß er den Ballflug zuende beobachten muß, bringt er sich am errechneten Landepunkt des Balles in eine optimale Position: Auge, Kopf, Körper (Arm und Hand, Bein und Fuß) stellen sich darauf ein, den Ball annehmen und möglichst plaziert zurückspielen zu können.

Wir haben vor kurzem durch eine horizontal-vertikale Videobeobachtung festgestellt, daß erfahrene Sportler bei Hinwendung zu Objekten, die bis etwa 20 Grad vom Zentrum entfernt sind, nur die Augen, bis 45 Grad Augen und Kopf bewegen (eigene unveröffentlichte Ergebnisse). Die Erfassung noch peripherer gelegener Objekte geschieht durch gleichzeitige Hinwendungen von Auge, Kopf und Körper.

### Schlußbetrachtung

Wir nahmen im Zeitraum von 1975 und 1996 Augenreihenuntersuchungen bei einer großen Anzahl von Breiten- sowie Hochleistungssportlern vor (n = 805, 1 011). Beide Studien zeigten, daß etwa 40 Prozent der Fehlsichtigen in allen Leistungsklassen ihren Sport unkorrigiert betreiben. Die meisten dieser Sportler überschätzten ihre visuelle Leistungsfähigkeit bei weitem (eigene unveröffentlichte Ergebnisse). Schon während der Olympischen Spiele 1968 in Mexico-City und 1972 in München hatten wir bei der Betreuung von Sportlern vermutet, daß in einer Reihe von Fällen mangelhafte Sehqualitäten absolute Höchstleistungen verhindern. Der Einfluß geminderter Funktionen des Sehorgans auf die sportliche Leistung wird auch heute noch weltweit unterschätzt. Ein Trainer läßt einen Hochspringer oder Hürdenläufer bei Mißerfolgen eher ein Kraft-, Konditions- oder Techniksondetraining absolvieren, bevor er dessen Sehfähigkeit untersuchen läßt, die in vielen Fällen an der Minderleistung schuld ist. Wir konnten die weitverbreitete Meinung widerlegen, nur in der Lern-

phase einer Sportübung habe das Sehorgan eine Kontrollfunktion, in der Phase danach, wenn die Übung „automatisch“ (über die subkortikalen grauen Zentren) abläuft (Automatisationsphase), sei das Auge von untergeordneter Bedeutung: Bei einem in den siebziger Jahren durchgeführten Versuch unserer Arbeitsgruppe überqueren von fünf Weltklasse-Hürdenläufern mit verbundenen Augen zwei die erste, drei die zweite, keiner die dritte Hürde. Auch die Tatsache, daß bei (vor allem einseitiger) Visusminderung die Korbtrefferrate von Anfängern und Profi-



Abbildung 2: Synchronoptische Beobachtung zweier gleichzeitig bewegter Bälle

Basketballern extrem sinkt, beweist, daß das Auge Bewegungen unabhängig von der Perfektion des Sportlers stets kontrolliert und korrigiert (eigene unveröffentlichte Ergebnisse). Bei einer von uns vor 15 Jahren abgeschlossenen fünfjährigen Studie (9) stellten wir fest, daß von den 234 Hochleistungssportlern, denen unsere Arbeitsgruppe Kontaktlinsen anpaßte, 51 Prozent eine deutliche Leistungssteigerung aufwiesen. Wie stark eine optimale Korrektur der Augen die Leistung verbessern kann, erfuhren wir bei den Olympischen Spielen in Montreal (1976). Damals rüsteten wir 22 Athleten der bundesrepublikanischen Mannschaft mit Kontaktlinsen aus. Bei einer vorherigen Befragung dieser Sportler und ihrer Trainer über die Einschätzung ihrer Chancen bei den Spielen, gaben drei von ihnen an, sie hofften, unter die ersten zehn in ihrer Disziplin zu kommen, Medaillenchancen sah kei-

ner. Selbst uns überraschte dann das Ergebnis: 19 der 22 (86 Prozent) kamen unter die ersten zehn, sieben (32 Prozent) errangen Medaillen (8). Daß der Sport trotz derartiger Erfolge auf die Optimierung der Sehfunktionen auch heute noch kaum Wert legt, zeigt schon die Tatsache, daß nur drei von über 50 Sportverbänden Augenuntersuchungen durchführen lassen.

Bei einer gemeinsamen bundesweiten Aktion mit dem Thema „Besseres Sehen im Sport“, welche Augenärzte, Augenoptiker, die Fachgruppe Feinmechanik und Optik sowie die Gesundheitsakademie Berlin zur Zeit durchführen, stellten wir fest: Weder Sportler noch Betreuer sind sich der Bedeutung optimalen Sehens im Sport bewußt.

Zitierweise dieses Beitrags:  
Dt Ärztebl 1999; 96: A-925-928  
[Heft 14]

### Literatur

1. de Marées H: Sinnesphysiologische Aspekte im Sport. In: Böning D, Braumann KM, Busse MW et al. (Hrsg.): Sport – Rettung oder Risiko für die Gesundheit. Köln: Dt Ärzte-Verlag, 1998; 37-44.
2. Goersch H: C. Zeiss, Handbuch der Augenoptik. Süddeutscher Zeitungsdienst, Aalen 1977; 64.
3. Jendrusch G, Richter H, de Marées H: Zur dynamischen Sehschärfe vor und nach laufbandergometrischer Belastung. In: Liesen H (Hrsg.): Regulations- und Repair-Mechanismen. Köln: Dt Ärzte-Verlag, 1994; 90-93.
4. Jendrusch G: Zur Effektivität von Skibrillen beziehungsweise Farbfiltren auf die Wahrnehmungsleistung. ZPA 1997; 18: 59-62.
5. Kluka DA, Love PA: The effects of daily-wear contact lenses on contrast sensitivity in selected professional and collegiate female tennis players. J American optometric association 1993; 64: 182-186.
6. Neumaier A: Bewegungsbeobachtung und Bewegungsbeurteilung im Sport. St. Augustin: Academia-Verlag Richarz, Schriften der Dt Sporthochschule (1. Aufl.) 1998; 17-152.
7. Paliaga GP: Die Bestimmung der Sehschärfe. Quintessenz-Verlag 1993; 14-92.
8. Schnell D: Kontaktlinsen bei Hochleistungssportlern. Dt Z Sportmed 1978; 29: 82-88.
9. Schnell D: Ergebnisse einer fünfjährigen Studie über das Tragen von Kontaktlinsen bei Hochleistungssportlern. Dtsch Ztsch Sportmed 1983; 34: 301-311.
10. Tidow G, Brückner P, de Marées H: Zur Bedeutung der dynamischen Sehschärfe in den Rückschlagspielen. In: Rieckert H (Hrsg.): Sportmedizin – Kursbestimmung. Berlin, Heidelberg: Springer, 1987; 590-593.

### Anschrift des Verfassers

Dr. med. Dieter Schnell  
Kaiserstraße 62  
51545 Waldbröl