



© Valeo

AUTOREN



David Hue
ist Projektmanager Forschung und Innovation bei Valeo Beleuchtungssysteme in Bobigny (Frankreich).



Sophie Porte
ist Produktmarketing-Managerin bei Valeo Sichtsysteme in Bobigny (Frankreich).



Julien Adrian
ist Ergonom und Projektmanager bei Streetlab, L'Institut de la Vision, in Paris (Frankreich).



Johan Le Brun
ist Projektmanager bei Streetlab, L'Institut de la Vision, in Paris (Frankreich).

PRODUKTBESCHREIBUNG

Das Konzept von Les Lunettes beruht auf einer Brille mit Hochfrequenz-Verschluss, kombiniert mit Spezielscheinwerfern. Die Brillengläser sind mit einem Verschluss ausgestattet, der zwischen einer offenen (bei maximalem Lichteinfall) und einer geschlossenen Einstellung (bei minimalem Einfall) wechselt. Die LED-Scheinwerfer wechseln zwischen Ein und Aus in einem Takt, der zu schnell ist, um von der Netzhaut erfasst zu werden. Die Umschal-

tung der Brille ist elektronisch mit dem Impulsbetrieb der Scheinwerfer synchronisiert: Der Brillenverschluss ist offen, wenn die Scheinwerfer die Straße ausleuchten, und geschlossen, wenn sie ausgeschaltet sind.

Die Umschaltfrequenz ist zu hoch, um vom menschlichen Auge erfasst zu werden, und die Brille beeinträchtigt nicht die Sicht auf die mit den eigenen Scheinwerfern ausgeleuchtete Straße. Dagegen sieht der Fahrer Licht, das von außerhalb des Fahrzeugs befindlichen Quellen aus-

geht, wie zum Beispiel von Scheinwerfern des Gegenverkehrs, nur bei der offenen Brilleneinstellung. Die Reduzierung der Lichtmenge, die das Auge des Fahrers von einer externen Quelle empfängt, entspricht der Dauer der geschlossenen Brilleneinstellung. Ist der Verschluss 50 % der Zeit geschlossen, so empfängt der Fahrer die Hälfte der Lichtmenge, bei 75 % empfängt er nur ein Viertel.

Da die Brille den Fahrer nicht behindern darf, ist sie nicht physisch, sondern drahtlos (zum Beispiel per Bluetooth)

Nutzerakzeptanz von Blendschutzbrillen

Nach einer in Frankreich und Deutschland durchgeführten Studie sind blendende Scheinwerfer des Gegenverkehrs die störendste Stresssituation für Autofahrer. Im folgenden Artikel gehen Valeo und Streetlab, L'Institut de la Vision, auf die Vorteile und die Nutzerakzeptanz von Les Lunettes ein, einer Lösung zur Reduzierung des Blendeffekts.

mit dem Fahrzeug verbunden und wird mit einer Batterie mit mehrstündiger Laufzeit betrieben.

BEURTEILUNG DER NUTZERAKZEPTANZ

In einer 2015 durchgeführten Studie mit 3000 Teilnehmern stellte sich heraus, dass blendende Scheinwerfer zu den störendsten Stresssituationen im Straßenverkehr gehören [1].

Mit Blick auf die Entwicklung einer Blendschutzlösung wollte Valeo 2017 im Rahmen einer qualitativen Studie die optimalen Nutzereigenschaften definieren und die wahrgenommenen Vorteile beurteilen. Ziel war es zu ermitteln, welcher Grad eines dank regulierbarer Verschlüsse erzielten Blendschutzes in verschiedenen Fahrsituationen als am wirksamsten und angenehmsten wahrgenommen wurde.

Da die Sehkraft ab einem Alter von 40 Jahren abnimmt, was insbesondere Nachtfahrten erschwert, zielte die Studie

auf ältere Menschen ab. Bei Tagfahrten ist der Transparenzverlust von Linse und Netzhaut nicht spürbar, aber im Dunkeln führt er zu einem Streulichteffekt bei kontrastierenden Lichtquellen wie Scheinwerfern des Gegenverkehrs. Hauptsächlich in nördlichen Regionen verzichten daher zahlreiche Autofahrer auf Nachtfahrten, was ihre Selbstständigkeit stark einschränkt. Zudem sind die Käufer eines Neuwagens im Durchschnitt über 50 Jahre alt, sodass wahrscheinlich am häufigsten Senioren Käufer einer Blendschutzbrille sind.

Die Mitwirkung der Ergonomen und Optometriker von Streetlab gewährleistete die wissenschaftliche Beurteilung des Systems und seines Blendschutzeffekts. Streetlab [2] ist ein weltweit anerkanntes Zertifizierungsinstitut für Produkte und Dienstleistungen zur Vorbeugung oder Reduzierung von Sehbeeinträchtigungen. Es gehört zum L'Institut de la Vision des Nationalen Augenheilkundeklinikums Quinze-Vingts in Paris.

TEILNEHMER UND METHODE

Das Feld aus 24 Teilnehmern mit akademischer Bildung umfasste 7 Frauen und 17 Männer im Alter zwischen 55 und 70 Jahren (Durchschnittsalter: 64.1 Jahre, Standardabweichung: 5.10 Jahre). Keiner von ihnen war Experte in Sachen Beleuchtung, alle Teilnehmer waren Führerscheininhaber, fuhren mindestens einmal wöchentlich und hatten keine Gesundheitsprobleme.

Vor den Fahrtests wurden alle Teilnehmer bei Streetlab einem Sehtest unterzogen. Dabei wurden ihre Sehschärfe (ETDRS-Tafeln), Kontrastempfindlichkeit (Metrovision), Blendempfindlichkeit (Metrovision) und ihr Gesichtsfeld (Octopus 900) klinisch bestimmt. Bei einem kognitiven Screening (Mini-mental State Exam, MMSE) [3] erreichten alle Teilnehmer ein Ergebnis oberhalb des Grenzwerts 27, ein Beleg für intakte kognitive Funktionen.

Zur Beurteilung der Wirksamkeit von Les Lunettes gegen Blendeffekte wurden

die Teilnehmer je nach ihrer Blendempfindlichkeit nach dem Metrovision-Blendtest [4] in zwei Gruppen eingeteilt:

- höher empfindliche Gruppe: 11 Teilnehmer
- weniger empfindliche Gruppe: 13 Teilnehmer.

Die Fahrttests fanden auf der Teststrecke von Utac Ceram im französischen Morte-fontaine statt, die diverse Fahrbedingungen ohne Verkehr und externes Licht bei verschiedenen Straßenarten und Blendkonfigurationen und somit exakte Testergebnisse erlaubt. Die Versuchsreihe dauerte zwölf Tage mit je zwei Teilnehmern pro Abend.

BILD 1 zeigt die vier Blendschutzkonfigurationen (Konfiguration 1 = maximaler Schutz). Der Test umfasste zwei Phasen:

- statischer Blendtest: Sehleistung
- dynamischer Blendtest: Sehkombfort.

BLENDTEST – SEHLEISTUNG

Bei diesem Test wurde die Größe (in °) des von den Scheinwerfern eines entgegenkommenden Fahrzeugs erzeugten Blendungshalos bei jeder der Les-Lunettes-Konfigurationen gemessen. Als Vorbild dienten die Tests, die Metrovision für den MonPackOne-Sichtmonitor entwickelte.

Die Testperson saß auf dem Fahrersitz eines stehenden Fahrzeugs, während ein

Geschlossene Einstellung

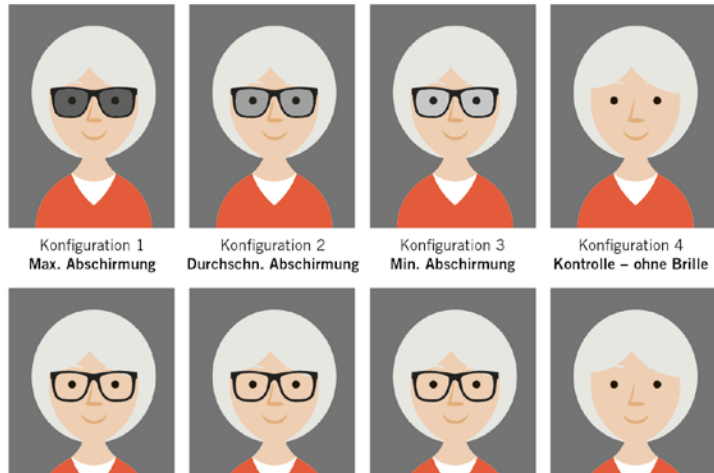


BILD 1 Blendschutzkonfigurationen (© Valeo)

50 m entfernt auf der Gegenseite stehendes Fahrzeug eine Lichtstärke von 7,8 lx in ihre Richtung ausstrahlte. Eine Tafel mit zehn horizontal angeordneten Optotypen (Buchstaben) war auf Scheinwerferhöhe neben dem Fahrzeug auf der Gegenseite platziert. Höhe und Kontrast der Buchstaben (Raskin-E) waren identisch. Die Tafel wurde von den Scheinwerfern des Fahrzeugs der Testperson beleuchtet. Für jeden Test wurde eine neue Buchstabenreihe verwendet.

Nach einer fünfminütigen Anpassung an die mesopischen Bedingungen wurden

die Teilnehmer gebeten, mit beiden Augen so viele Buchstaben wie möglich zu lesen.

BLENDTEST – SEHKOMFORT

Vier mit LED-Scheinwerfern ausgestattete gängige Renault Clio IV wurden an verschiedenen Stellen der Teststrecke als Blendquelle platziert, **BILD 2**. Die Lichtintensitäten ihrer Scheinwerfer entsprachen vier Situationen: schlecht eingestellte Scheinwerfer, Fernlicht, auf einer Anhöhe und Abblendlicht. Die Teilnehmer saßen am Steuer eines Premium-

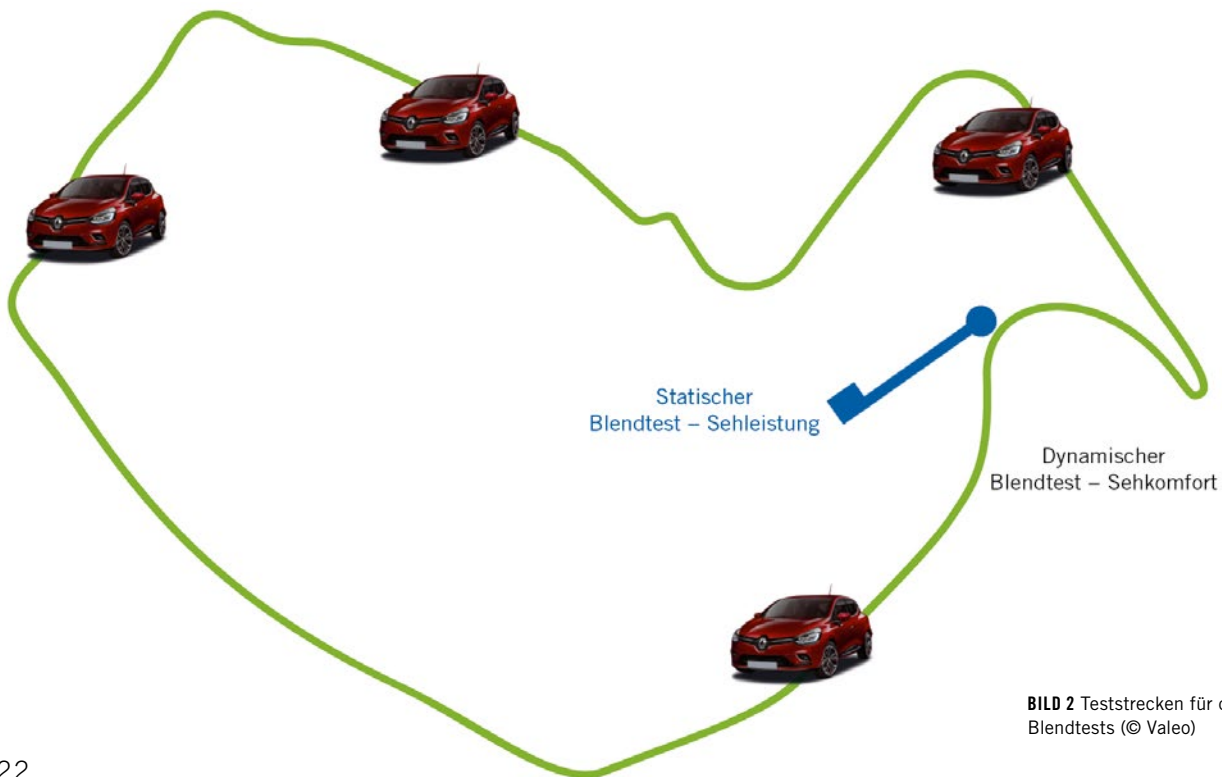


BILD 2 Teststrecken für die beiden Blendtests (© Valeo)

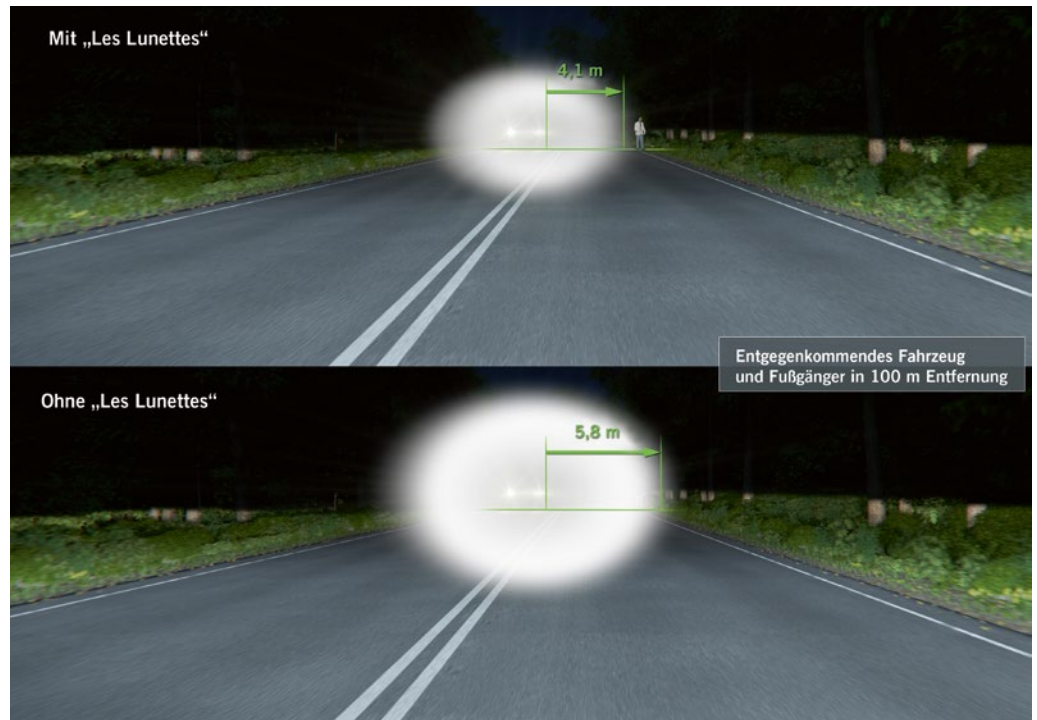


BILD 3 Positiver Effekt von Les Lunettes auf die Größe des Blendungshalos der Scheinwerfer bei Konfiguration 1 – der Fußgänger wird erkannt (© Valeo)

SUV und trugen Les Lunettes. Der Testleiter saß während des Experiments neben dem Teilnehmer. Es wurden vier Testdurchgänge – die drei Les-Lunettes-Konfigurationen und eine Kontrollkonfiguration – durchgeführt.

Alle Teilnehmer wurden den vier Systemkonfigurationen und Blendsituationen ausgesetzt. Dies geschah in zufälliger Reihenfolge, um reihenfolgebedingte Verzerrungen zu vermeiden. Nach jeder Situation hielten die Fahrer das Fahrzeug an und beurteilten ihre Blendung nach der De-Boer-Skala [5]. Diese allgemein anerkannte Methode zur Bewertung der Sehkomfort-Beeinträchtigung beruht auf einer subjektiven Neun-Punkte-Skala mit diesen fünf Eckpunkten:

- 1 = unerträglich
- 3 = störend
- 5 = gerade annehmbar
- 7 = zufriedenstellend
- 9 = unmerklich.

ERGEBNISSE SEHLEISTUNGSTEST

Bei den Konfigurationen 1 ($p < 0,001$) und 2 ($p < 0,01$) konnte eine signifikante Reduktion des Blendhalos festgestellt werden, **BILD 3**. Konfiguration 3 ergab gegenüber Konfiguration 4, der Kontrollkonfiguration ($p > 0,1$), keine Verbesserung. Die Größe des von der Blendung erzeugten

Halos, durchschnittlich $3,33^\circ$ ohne Brille, reduzierte sich auf $2,36^\circ$ bei Konfiguration 1 und auf $2,86^\circ$ bei Konfiguration 2. Der Gewinn beträgt also $0,97$ bis $0,47^\circ$.

Wird das Halo als Scheibe mit der Lichtquelle im Zentrum betrachtet, so bietet Les Lunettes bei Konfiguration 1 einen Gewinn von $1,69$ m auf 100 m auf der rechten Seite und theoretisch den gleichen Gewinn auf der linken Seite, **BILD 3**.

Das von Scheinwerfern des Gegenverkehrs erzeugte Halo war im Fall der Kontrollkonfiguration (Konfiguration 4) bei hoch empfindlichen Fahrern natürlich größer als bei wenig empfindlichen Fahrern ($p < 0,05$). Dennoch wurde im Fall der Konfigurationen 1 und 2 zwischen den beiden Gruppen kein Unterschied festgestellt, was darauf hindeutet, dass Les Lunettes die Blendempfindlichkeit vollständig kompensiert, **BILD 4**.

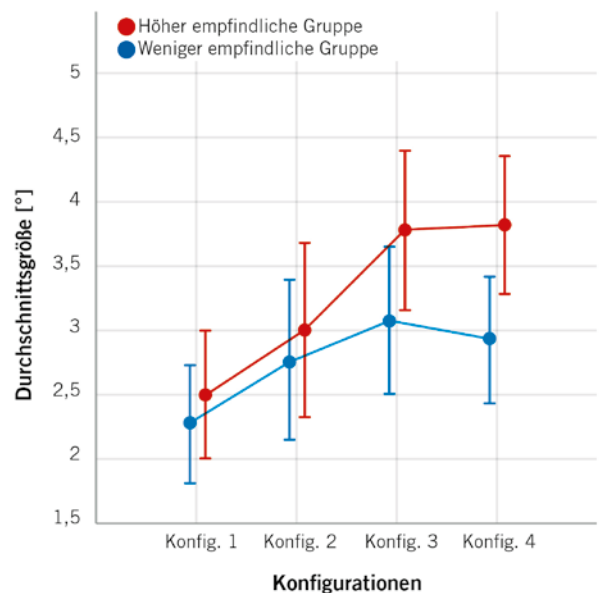


BILD 4 Durchschnittliche Größe des Halos in $^\circ$ nach Empfindlichkeitsgruppe und Konfiguration (© Valeo)

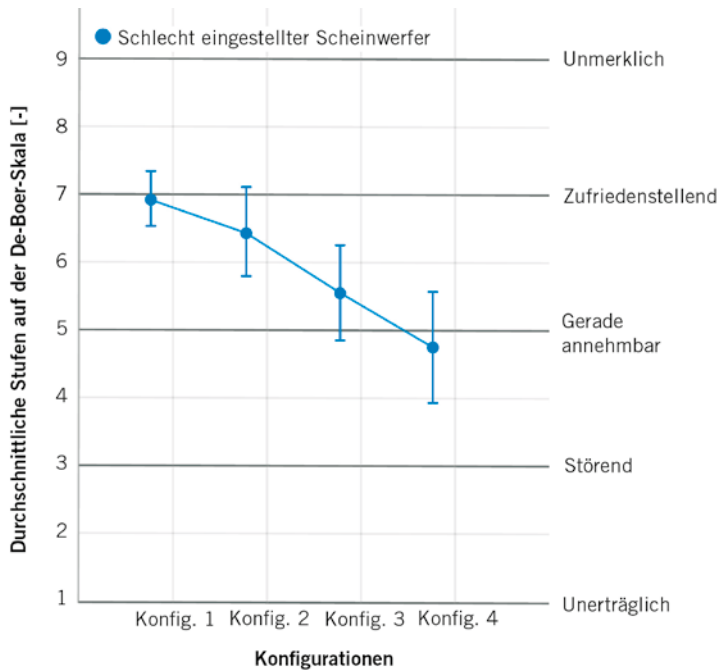


BILD 5 Durchschnittliche Stufen auf der De-Boer-Skala je nach Systemkonfigurationen und Lichtverhältnissen (© Valeo)

TESTERGEBNISSE ZUM SEHKOMFORT

In der am häufigsten auftretenden Situation (schlecht eingestellte Scheinwerfer des Gegenverkehrs) ergaben die Tests, dass die wahrgenommene Beeinträchtigung des Sehkomforts mit zunehmender Filterung ($p > 0,001$) abnimmt, **BILD 5**. Dabei ergab sich bei den Konfigurationen 1 und 2 ($p > 0,001$) eine signifikantere Reduzierung der Beeinträchtigung (höhere Werte auf der De-Boer-

Skala). Folglich stimmen die Ergebnisse der Sehkomforttests mit den Resultaten der Sehleistungstests überein.

Die Ergebnisse bezüglich des Sehkomforts variieren bei den Tests mit schlecht eingestellten Scheinwerfern von unter Stufe 5 auf der De-Boer-Skala (gerade annehmbar) in der Kontrollkonfiguration (ohne Brille), bis Stufe 7 (zufriedenstellend) bei Konfiguration 1. Ein ähnlicher Nutzen wurde bei anderen anstrengenden Blendsituationen (Fernlicht, Anhöhe) festgestellt, mit einer Verbesserung von etwa zwei Stufen auf der De-Boer-Sehkomfort-Skala.

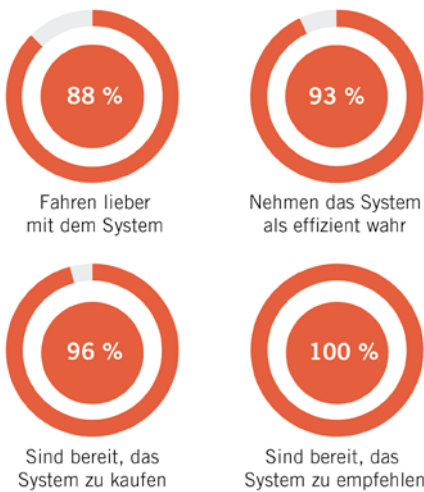


BILD 6 Akzeptanz bei den Testpersonen (© Valeo)

BEURTEILUNG NACH DEN FAHRTESTS

Die große Mehrheit der Teilnehmer war mit der Blendschutzbrille zufrieden, **BILD 6**. Die meisten beurteilten das System als effizient bezüglich der allgemeinen Sicht auf die Straße (88 %) sowie der Reduzierung des Blendeffekts (93 %). Der Tragekomfort wurde als angenehm beschrieben und die Verwendung der Brille erfordere keine besondere Konzentration.

Für 75 % der Testpersonen war das Autofahren mit Les Lunettes weniger anstrengend als ohne die Brille. Folglich können beide Gruppen (hohe und gerin-

gere Empfindlichkeit) von der Innovation profitieren. Über 88 % gaben an, dass sie nachts lieber mit als ohne Blendschutzbrille fahren würden.

Auf die Frage, wie hoch sie den Preis einschätzen, ergaben sich Summen, die mit den Entwicklungskosten in Einklang stehen.

ZUSAMMENFASSUNG

Ziel der Studie war nicht nur die Beurteilung des Blendungseffekts bei Nachtfahrten, sondern auch die Ermittlung der effizientesten Konfigurationen. Die höchste Leistung ergab sich bei den Konfigurationen 1 und 2. Bei objektiver wie subjektiver Bewertung belegten die Tests, dass die Brille in den meisten Blendsituationen Vorteile bietet. Zudem erwies sie sich als besonders nützlich für ältere Fahrer, deren Blendempfindlichkeit zunimmt. Sie verbesserte nicht nur die Sehleistung, sondern reduzierte den Blendeffekt auf das Niveau weniger empfindlicher Fahrer. Durch die Studie ist abschließend festzustellen, dass Les Lunettes Komfort und Sicherheit bei Nachtfahrten deutlich erhöht und auf eine große Nutzerakzeptanz stößt.

LITERATURHINWEISE

- [1] Valeo-TNS: Sofres-Studie bei 3000 französischen und deutschen Autofahrern. 2015
- [2] Streetlab avec L'Institut de la Vision: Présentation – Streetlab, un acteur majeur de l'autonomie. Online: <http://www.streetlab-vision.com/presentation/>, aufgerufen am 18.12.2017
- [3] Folstein, M. F.; Folstein, S. E.; McHugh, P. R.: Mini-mental State. A Practical Method for Grading the Cognitive State of Patients for the Clinician. In: Journal of Psychiatric Research, 1975, Nr. 12, S. 189-198
- [4] Puell, M. C.; Perez-Carrasco, M. J.; Barrio, A.; Antona, B.; Palomo-Alvarez, C.: Normal Values for the Size of a Halo Produced by a Glare Source. In: Journal of Refractive Surgery, 2013, Nr. 29, S. 618-622
- [5] De Boer, J. B.: Visual Perception in Road Traffic and the Field of Vision of the Motorist. In: Public Lighting. Eindhoven: Philips Technical Library, 1967



READ THE ENGLISH E-MAGAZINE
 Test now for 30 days free of charge:
www.atz-worldwide.com