

# DuraVision™ Platinum Veredelung von ZEISS: Die härtesten entspiegelten Brillengläser von ZEISS, die es je gab

Von Darryl Meister, ABOM

Die Marke ZEISS steht heute für Premium-Veredelungen. Vor fast 75 Jahren haben Dünnschichtexperten bei Carl Zeiss die erste Entspiegelungsschicht für Brillengläser erfunden. Auch heute suchen sie weiter nach hochinnovativen Lösungen. Premium-Veredelungen von ZEISS sind robust, schmutzabweisend und leicht zu reinigen und bieten erstklassige Entspiegelungsmerkmale. Mit der neu entwickelten DuraVision™ Platinum Veredelung haben die Wissenschaftler bei ZEISS auf den Bedarf von Brillenträgern nach robusten, schmutzabweisenden und leicht zu reinigenden Brillengläsern reagiert.

## Ständige Weiterentwicklung durch Verbrauchernachfrage

Im Jahr 1935 wurde bei Carl Zeiss die erste Entspiegelungsschicht durch Smakula erfunden. Diese Beschichtung verringert irritierende Spiegelungen an Gläsern mit optischen Flächen und verbessert dabei gleichzeitig die Lichtdurchlässigkeit und die optische Klarheit. Die Verfügbarkeit entspiegelter Korrektionsgläser im Handel seit 1959 stellt eine der wichtigsten technologischen Fortschritte der Augenoptik des zwanzigsten Jahrhunderts dar. Trotz ihrer technologischen Bedeutung hatten die ersten Entspiegelungsschichten jedoch auch eine Reihe von Nachteilen, die die Akzeptanz bei Brillenträgern einschränkten:

- Trotz der höheren Transparenz gegenüber unbeschichteten Gläsern wiesen entspiegelte Brillen eine relativ helle Restreflexion auf, die den zusätzlichen Kosten- und Pflegeaufwand schwer rechtfertigte.
- Frühe Entspiegelungsschichten waren porös und zogen Wasser, Öl und Partikelchen an, die nur schwer zu entfernen waren. Die Beschichtungen verschmutzten schnell und ließen sich schlecht reinigen.
- Die ersten Hartschichten für Kunststoffbrillengläser wurden nicht speziell für gute Haftung auf dem Trägermaterial und mechanische Verträglichkeit mit den Entspiegelungsschichten entwickelt, so dass die Beschichtungen häufig rissig wurden oder abblätterten.
- Bei dem damaligen Stand der Polymer- und Dünnschichtforschung war es nicht möglich, hoch widerstandsfähige Beschichtungen mit einer Kratzfestigkeit zu entwickeln, die der von mineralischem Glas entsprach.

Durch die beständige Weiterentwicklung der Vakuumverdampfungstechnologie, der Dünnschichtforschung und der Polymerwissenschaft bei Carl Zeiss Vision konnten jedoch zunehmende Verbesserungen der Beschichtungseigenschaften erreicht werden. Frühere Veredelungspakete von ZEISS wurden für die höchstmögliche Transparenz und die problemlose Reinigung bei guter Widerstandsfähigkeit entwickelt. Eine internationale Marktstudie, bei der 6.000 Verbraucher befragt wurden, ergab jedoch, dass Robustheit und Widerstandsfähigkeit der Brillengläser höchste Priorität besitzen. Der Transparenz wurde demgegenüber sehr viel weniger

Bedeutung beigemessen.<sup>1</sup> Augenoptiker sind ebenfalls der Meinung, dass die Härte die wichtigste Eigenschaft von Brillengläsern ist.<sup>2</sup>

Der Studie zufolge bewerten Augenoptiker die Entspiegelungseigenschaften zwar als wichtig. Die höchste Bedeutung wird jedoch der Kratz- und Verschleißfestigkeit der Brillengläser beigemessen. Brillenträger fordern also in erster Linie sehr robuste Gläser. Mit diesem Wissen haben die Ingenieure bei Carl Zeiss Vision einer verbesserten Widerstandsfähigkeit der Beschichtung eine noch höhere Bedeutung beigemessen. Die DuraVision Platinum Entspiegelung von ZEISS ist die neueste Innovation im Bereich Beschichtung, die die renommierten Pioniere der Entspiegelungstechnologie entwickelt haben. Die DuraVision Platinum Veredelung besteht aus einem integrierten System aus Einzelschichten, die wie bereits ihre Vorgänger sorgfältig für hohe Transparenz und problemlose Reinigung entwickelt wurden. Ein noch größeres Gewicht wurde jedoch auf die *Widerstandsfähigkeit* des Beschichtungssystems gelegt. Damit sind jetzt ZEISS Präzisions-Brillengläser verfügbar, die praktisch die Kratzfestigkeit von mineralischem Glas aufweisen (Abbildung 1).

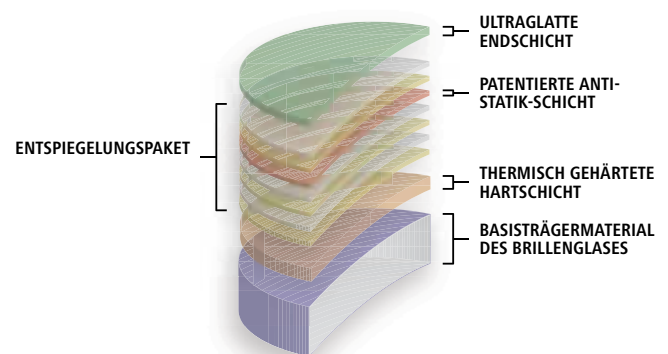


Abbildung 1. DuraVision Platinum von ZEISS ist ein integriertes System aus neun unter größter Präzision aufgetragenen Einzelschichten, die sorgfältig für höchste Transparenz und größten Komfort mit einer deutlich verbesserten Widerstandsfähigkeit entwickelt wurden.



## Kontinuierliche Verbesserungen in Wissenschaft und Technologie

» DuraVision Platinum baut auf den neuesten Entwicklungen der Dünnschichttechnologie auf.

Zwar weisen alle Premium-Veredelungen von Carl Zeiss Vision eine außergewöhnliche Verschleißfestigkeit auf, aber Verbraucherstudien betonen den hohen Stellenwert der Widerstandsfähigkeit von Brillengläsern für

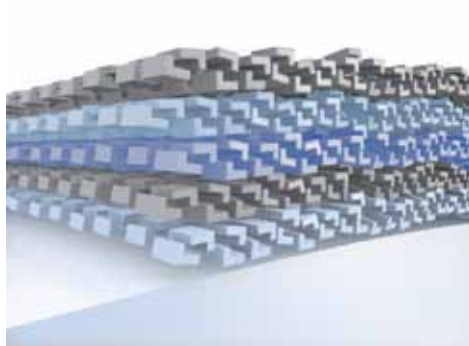
die Verbraucher. Die Dünnschichtexperten bei Carl Zeiss Vision haben daher unermüdlich neue Wege in Vakuumaufdampfungs- und Materialwissenschaft getestet. Darüber hinaus wurde ein besonderes Augenmerk auf die Evaluierung und Prüfung der Produkte gelegt, für die neueste Werkzeuge und Technologien herangezogen wurden. Das Ergebnis: grundlegende Verbesserungen der Eigenschaften von Entspiegelungen.

Entspiegelungen bestehen aus äußerst dünnen und spröden Metall-Keramik- und Halbmetalloxidschichten. Die physikalischen Eigenschaften dieser spröden Schichten unterscheiden sich deutlich von dem relativ weichen Trägermaterial der Kunststoffgläser: Elastizität, Härte und Dehnung unter Druck oder bei Temperaturänderungen der beiden Materialtypen weichen erheblich voneinander ab. Aufgrund dieser mechanischen Unterschiede kam es bei frühen Entspiegelungen häufig zu Abblättern, Rissen, Kratzern und anderen Problemen mit den Beschichtungen. Moderne ZEISS Entspiegelungen dagegen bieten dank eines Systems integrierter Einzelschichten, die für optimale Verträglichkeit und Robustheit entwickelt wurden, eine hervorragende, äußerst dauerhafte Widerstandsfähigkeit. Ein hochmodernes Verfahren der Vakuumaufdampfung verbessert Haftung und Widerstandsfähigkeit der Beschichtung zusätzlich.

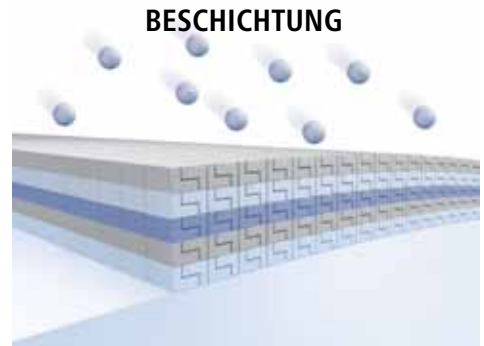
Bei der Grundschicht der DuraVision Platinum Veredelung handelt es sich um eine thermisch gehärtete Silikonharzschicht mit in dieser Grundmasse verteilten mikroskopischen Partikeln aus kolloidalem Siliciumdioxid – dem Hauptbestandteil von Glas. Durch die Zugabe des mineralischen Siliciumdioxids zu der Silikonschicht steigen die Verschleißfestigkeit sowie die mechanische Verträglichkeit der relativ spröden Entspiegelungsschichten mit den eher elastischen Kunststoffgläsern. Die DuraVision Platinum Veredelung bietet damit eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen Abrieb, ohne dass es zu Rissen, Abblättern oder Abplatzen kommt, wenn die Brillengläser Temperaturextremen und anderen Beanspruchungen ausgesetzt sind.

Abbildung 2. Anders als bei vielen herkömmlichen Entspiegelungen wird jede einzelne Schicht der DuraVision Platinum Veredelung per ionengestützte Aufdampfung aufgebracht. Dabei wird die Oberfläche mit Ionen beschossen, um den Impuls der Beschichtungsmoleküle zu erhöhen. Dadurch steigt die Dichte und damit die Widerstandsfähigkeit der Beschichtungsstruktur, so wie in dieser Schemazeichnung dargestellt.

### HERKÖMMLICHE ENTSPIEGELUNGEN



### DURAVISION PLATINUM BESCHICHTUNG



Durch die Verwendung der *ionengestützten Aufdampfung* wurde die Widerstandsfähigkeit der DuraVision Platinum Veredelung maximiert. Beim Aufbringen der Entspiegelungsschichten wird das Brillenglas mithilfe eines Inertgases mit energiereichen Ionen beschossen, während die entspiegelnden Materialien auf der Oberfläche kondensieren. Auf diese Weise wird der Impuls der Ionen auf die Moleküle übertragen, die die Beschichtung bilden. Dadurch werden die einzelnen Schichten stärker verdichtet und haften besser. Im Gegensatz zu früheren ZEISS Entspiegelungen werden jetzt nicht mehr drei, sondern fünf Schichten aufgebracht (Abbildung 2). Darüber hinaus wurden die einzelnen Schichten optimiert, um die Anfälligkeit der Beschichtung für Kratzer zu verringern.

Außerdem kamen bei der Entwicklung der DuraVision Platinum Veredelung neue Verfahren zur Evaluierung der Verschleißfestigkeit und Härte der Beschichtungen zur Anwendung. In diesem Zusammenhang wurden wirklichkeitsnähere Verfahren zur Bewertung der Widerstandsfähigkeit entwickelt, um die präzise Evaluierung des langfristigen Verschleißes sicherzustellen. Dabei kam ein neues Präzisionsinstrument zur Bewertung der Härte von aufgetragenen Dünnschichten zum Einsatz, mit dem die Entwicklung äußerst robuster und widerstandsfähiger Entspiegelungen zusätzlich optimiert wurde (Abbildung 3).

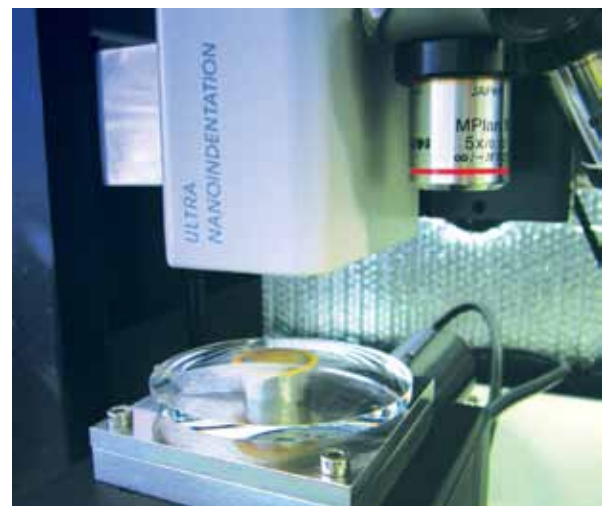


Abbildung 3. Die Härte der Dünnschichten wurde unter Einsatz eines CSM Ultra Nanoindenter geprüft, der die Beschichtungshärte im Submikrometerbereich bewertet.

## Erwiesene Widerstandsfähigkeit

Üblicherweise wird zur Bewertung der mechanischen Eigenschaften von Materialien die DIN/ISO-Norm 14577 „Instrumentierte Eindringprüfung“ verwendet. Zur Prüfung der Härte von Dünnschichten und Beschichtungen ist die *Nanoindentierung* besonders nützlich. Bei diesem Verfahren wird ein spitzes Werkzeug in die Beschichtung gedrückt. Dabei werden der Druck, welcher durch die auf das Werkzeug angewandte Kraft entsteht, und der Querschnitt des Werkzeugs während des Eindringens in die Beschichtung ermittelt. Daraus ergibt sich der jeweilige Wert für die *Härte*. Die Härte der DuraVision Platinum Veredelung wurde im Vergleich zu früheren ZEISS Veredelungen erheblich gesteigert. Darüber hinaus liegt die Härte der DuraVision Platinum Beschichtung in einer Tiefe von ca. 0,2 Mikrometern – dem kritischen Bereich für sichtbare Kratzer – um bis zu 50 % über den Werten für frühere ZEISS Veredelungen (Abbildung 6).<sup>3</sup>

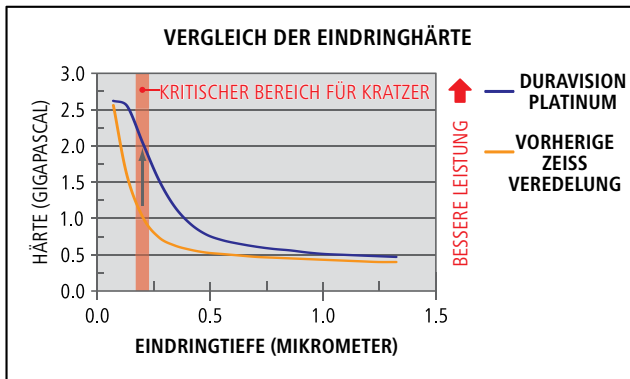


Abbildung 6. Die Eindringprüfung belegt, dass die DuraVision Platinum Veredelung erheblich härter ist als frühere ZEISS Veredelungen.

» DuraVision Platinum ist wesentlich robuster als frühere ZEISS Veredelungen.

Zusätzlich wurde per Nanoindentierung die Kraft berechnet, die zum Brechen der Beschichtung angewandt werden muss. Die Kraft, bei der die Beschichtung bricht,

liegt deutlich über den Werten für frühere ZEISS Veredelungen (Abbildung 7). Diese umfassenden Prüfungen bestätigen, dass ZEISS Brillengläser mit DuraVision Platinum Veredelung härter und kratzfreier sind, als ZEISS Brillengläser mit früheren ZEISS Veredelungen.

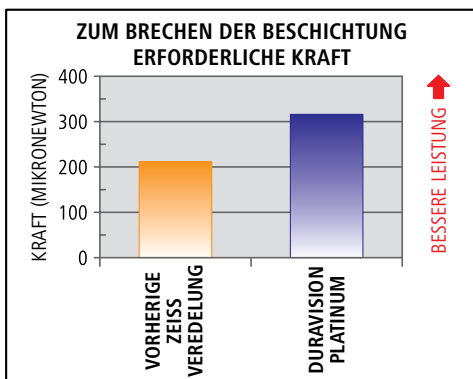


Abbildung 7. Gegenüber früheren ZEISS Veredelungen muss deutlich mehr Kraft angewandt werden, um die DuraVision Platinum Veredelung zu brechen.

Zur Bewertung der Verschleißfestigkeit von Brillengläsern und Beschichtungen wird üblicherweise die ASTM-Norm F735 („Oscillating Sand“ = Sandrieselverfahren oder „Bayer“-Test) herangezogen. Bei dieser Prüfung werden die Brillengläser zusammen mit einem unbeschichteten Vergleichsglas aus thermoplastischem Kunststoff 600 Mal in einem Behälter mit einem sandähnlichen Abrasivmittel geschüttelt. Anschließend wird die Zunahme der Streulichttrübung des Vergleichsglases durch Kratzer mit den geprüften Brillengläsern verglichen. Als Ergebnis erhält man den entsprechenden *Bayer-Quotienten*. Der Bayer-Quotient steht für die relative Verschleißfestigkeit des geprüften Glases. Die DuraVision Platinum Veredelung erreicht einen äußerst hohen Bayer-Quotienten mit Werten, die je nach Material des Brillenglases zwischen 10 und 19 liegen. Damit ist die Verschleißfestigkeit mehr als zehn Mal höher als für unbeschichtete Brillengläser aus thermoplastischem Kunststoff und drei Mal so hoch wie für frühere ZEISS Veredelungen (Abbildung 4).<sup>4</sup>

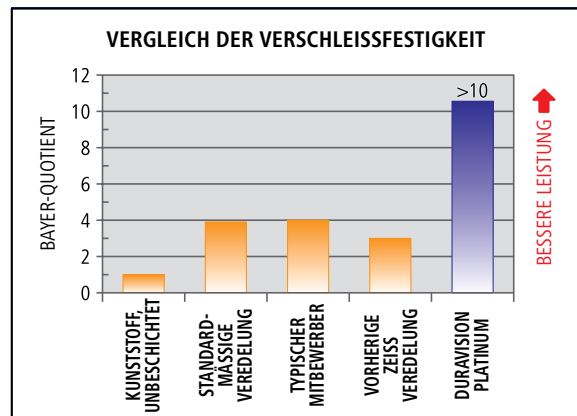


Abbildung 4. DuraVision Platinum bietet eine äußerst hohe Verschleißfestigkeit.

Der „Standardisierte Reinigungstest“, der von Ingenieuren bei Carl Zeiss Vision entwickelt wurde, simuliert den Verschleiß infolge der Brillenglasreinigung mit trockenem Tuch. Dabei wird das Prüfglas unter Anwendung erheblichen Drucks (4 kg) 600 Mal mit einem trockenen Tuch abgerieben, das scheuernde Partikel enthält. Das Brillenglas wird anschließend subjektiv auf Schäden untersucht. Während frühere ZEISS Veredelungen nach dieser Prüfung deutliche Schäden aufweisen, ist die DuraVision Platinum Veredelung auch nach dem Test praktisch so kratzfrei und klar wie vorher (Abbildung 5).

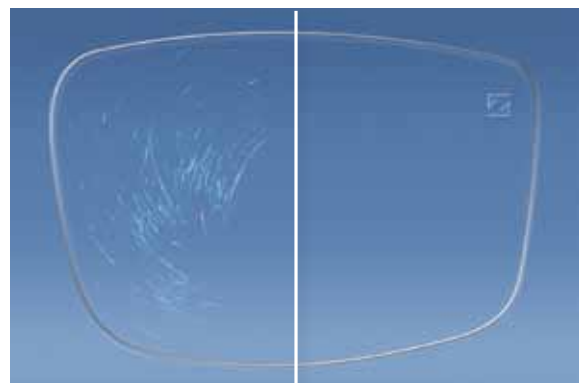


Abbildung 5. Während frühere ZEISS Veredelungen nach der simulierten Reinigung deutliche Schäden aufweisen, ist die DuraVision Platinum Veredelung praktisch so kratzfrei und klar wie vorher.

## Schmutzabweisend und sehr leicht zu reinigen

» DuraVision Platinum ist einfach zu reinigen und bleibt lange sauber – über die gesamte Lebensdauer der Brillengläser.

Brillenräger haben schon lange die Schwierigkeiten bei der Reinigung und die schnelle Verschmutzung von entspiegelten Brillengläsern bemängelt. Wasser und Öl bleiben schnell auf den relativ porösen Beschichtungsmaterialien haften. Darüber hinaus können sich entspiegelte Brillengläser beim Abreiben aufgrund von *Reibungselektrizität* statisch aufladen. Diese statische Elektrizität kann trotz des Reinigungsvorgangs Staub und Schmutzpartikel *anziehen*, die so auf der Brillenglasoberfläche haften bleiben und die Verschleißwahrscheinlichkeit erhöhen. Da bei entspiegelten Brillengläsern Partikel auf der Oberfläche außerdem nicht von Reflexionen überstrahlt werden, nimmt die Sichtbarkeit von Flecken und Schmutz drastisch zu.

Die integrierten Schichten der DuraVision Platinum Veredelung sind mit einer abschließenden Endsicht versiegelt, die wie ein Schutzbelag gegen Umwelteinflüsse wirkt und gleichzeitig eine äußerst glatte Oberfläche bildet, die sich problemlos reinigen lässt – und außerdem auch sauber bleibt. Diese Endsicht weist einen hohen Fluorgehalt auf, die dem Brillenglas hervorragende *oleophobe* (öl- bzw. fettabweisende) und *hydrophobe* (wasserabstoßende) Eigenschaften verleiht: Fluor verringert die Energie auf der Brillenglasoberfläche, die die Anziehung zwischen Flüssigkeiten und Brillenglas verursacht. Flüssigkeiten perlen an der Oberfläche ab, statt daran zu haften. Dieser Abperleffekt wird durch den *Kontaktwinkel* der Brillenglas- oder Beschichtungsoberfläche ausgedrückt. Das ist der Winkel, den der Rand eines Wassertropfens mit der Brillenglasoberfläche bildet. Dank des größeren Kontaktwinkels weist die DuraVision Platinum Veredelung die Beschichtung Flecken, Wasser, Fett und Öl besser ab als standardmäßige Veredelungen (Abbildung 8).<sup>5</sup>

Die integrierten Schichten der DuraVision Platinum Veredelung sind mit einer abschließenden Endsicht versiegelt, die wie ein Schutzbelag gegen Umwelteinflüsse wirkt und gleichzeitig eine äußerst glatte Oberfläche bildet, die sich problemlos reinigen lässt – und außerdem auch sauber bleibt. Diese Endsicht weist einen hohen Fluorgehalt auf, die dem Brillenglas hervorragende *oleophobe* (öl- bzw. fettabweisende) und *hydrophobe* (wasserabstoßende) Eigenschaften verleiht: Fluor verringert die Energie auf der Brillenglasoberfläche, die die Anziehung zwischen Flüssigkeiten und Brillenglas verursacht. Flüssigkeiten perlen an der Oberfläche ab, statt daran zu haften. Dieser Abperleffekt wird durch den *Kontaktwinkel* der Brillenglas- oder Beschichtungsoberfläche ausgedrückt. Das ist der Winkel, den der Rand eines Wassertropfens mit der Brillenglasoberfläche bildet. Dank des größeren Kontaktwinkels weist die DuraVision Platinum Veredelung die Beschichtung Flecken, Wasser, Fett und Öl besser ab als standardmäßige Veredelungen (Abbildung 8).<sup>5</sup>

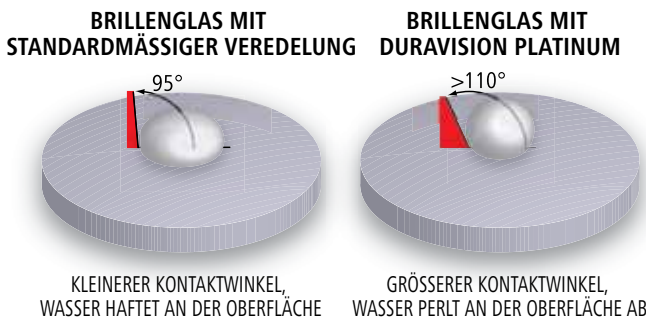


Abbildung 8. DuraVision Platinum weist einen größeren Kontaktwinkel auf standardmäßige Entspiegelungen auf. Dadurch verbessert sich der Abperleffekt, und die Gläser lassen sich leichter reinigen.

Außerdem ist festzustellen, dass sich die meisten veredelten Brillengläser zwar in der Anfangsphase problemlos reinigen und pflegen lassen, aber die Endsicht vieler entspiegelter Brillengläser schnell verschleißt, so dass das Schichtpaket später doch Umwelteinflüssen ausgesetzt ist. Dagegen wird auf die DuraVision Platinum Entspiegelungen in der Vakuumkammer eine langlebige Endsicht in Spitzenqualität aufgebracht. Dieses Vakuumkammerverfahren gewährleistet, dass die DuraVision Veredelung ihre wasserabweisenden Eigenschaften über die gesamte Lebensdauer der Brillengläser behält. Im Gegensatz dazu verlieren viele führende Veredelungen ihre wasserabweisenden Eigenschaften mit der Zeit in erheblichem Umfang.

Darüber hinaus wirken die Kunststoff- und Keramikstoffe, die für die Herstellung von Brillengläsern und Beschichtungen häufig zum Einsatz kommen, als elektrische *Isolatoren*. Diese speichern auf der Oberfläche die elektrische Ladung, die beim Reiben der Brillengläser während der Reinigung entsteht, statt diese Ladung wie *Leiter* abzuführen. Durch diese aufgebaute statische Elektrizität werden Staub und Partikel vom Brillenglas angezogen. Die DuraVision Platinum Veredelung bietet dagegen eine patentierte Antistatik-Technologie.<sup>6</sup> In das Beschichtungssystem ist dauerhaft eine dünne Schicht aus elektrisch leitfähigem, hochtransparentem Metalloxidmaterial eingeschlossen. Diese einzigartige Antistatik-Schicht leitet die statische Elektrizität ab und verhindert so, dass sich elektrostatische Ladung aufbaut und Schmutzpartikel angezogen werden (Abbildung 9).

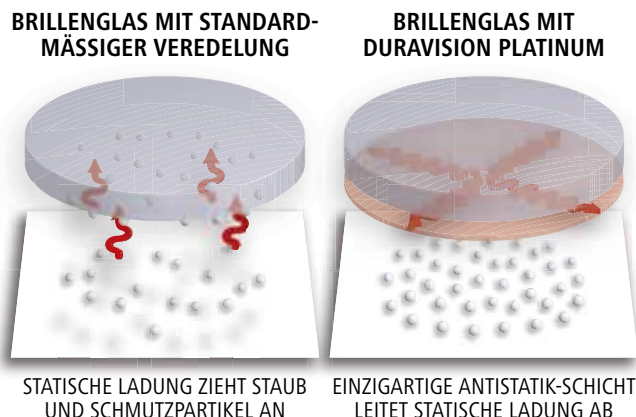


Abbildung 9. DuraVision Platinum umfasst eine patentierte Antistatik-Schicht zur Ableitung der statischen Ladung, die sonst Staub und Schmutzpartikel anziehen würde.

Unbeschichtete Brillengläser aus thermoplastischem Kunststoff und entspiegelte Standardgläser können erhebliche Mengen an statischer Elektrizität aufnehmen, d. h. sie laden sich auf. Dagegen wird bei der DuraVision Platinum Veredelung durch die patentierte Antistatik-Technologie der Aufbau statischer Elektrizität um bis zu 90 % verringert. Brillengläser mit DuraVision Platinum Veredelung ziehen daher im Vergleich zu standardmäßigen Veredelungen deutlich weniger Staub und Schmutz an, die die Beschichtung verunreinigen und beschädigen können (Abbildung 10).

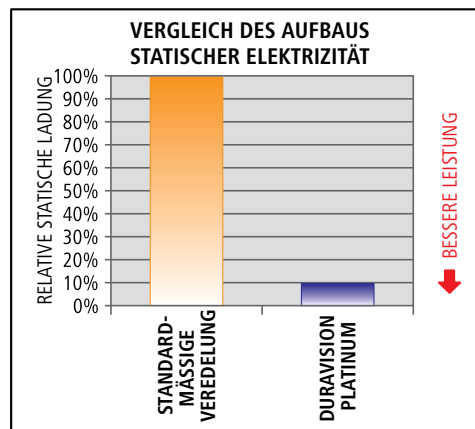


Abbildung 10. Standardmäßige Veredelungen nehmen bis zu zehn Mal mehr statische Elektrizität auf als DuraVision Platinum.

## Überragende Transparenz

» DuraVision Platinum weist bis zu 20 % weniger Reflexionen auf als andere führende Entspiegelungen.

Entspiegelungen werden durch Aufbringen einer oder mehrerer dünner Schichten aus Keramik oder Metalloxiden auf die Oberfläche des Brillenglases hergestellt. Durch einen anderen Brechungsindex für jede Schicht

wird erreicht, dass die Reflexionen einer Schicht die Reflexionen der nächsten Schicht überlagern. Durch diesen Prozess der *destruktiven Interferenz* wird die Größenordnung der Reflexionen erheblich verringert. Dabei steigt gleichzeitig die vom Brillenglas durchgelassene Lichtmenge. Bei frühen Entspiegelungen bestand das Beschichtungspaket aus einer einzigen Schicht. Mit nur einer Schicht können Oberflächenspiegelungen jedoch nur für eine Farbe (oder *Wellenlänge*) des sichtbaren Spektrums vollständig ausgelöscht werden. Andere Wellenlängen werden teilweise reflektiert, so dass Restspiegelungen der anderen, noch sichtbaren Farben des Spektrums bestehen bleiben. Daher lässt sich für solche Brillengläser keine optimale Lichtdurchlässigkeit erreichen.

Somit wurden moderne *mehrschichtige* oder *Breitband*-Entspiegelungen entwickelt. Durch die Verwendung mehrerer Schichten für das Entspiegelungspaket wurde die Lichtdurchlässigkeit der Brillengläser erhöht. Die Gesamtreflexion der Brillengläser konnte so auf unter 1 bis 2 % gesenkt werden. Damit waren transparentere Brillengläser verfügbar, die beim Brillenträger weniger auffielen. Restreflexionen bestanden jedoch weiterhin, und diese zeigten oft eine irritierende Farbtonung oder *Restreflexfarbe*.

Der Auswahl der Restreflexfarbe kommt eine große Bedeutung zu. Die Fähigkeit des menschlichen Auges, Farben des sichtbaren Spektrums wahrzunehmen, ändert sich mit den einzelnen Wellenlängen. Die Empfindlichkeit des Auges ist für den grünen Spektralbereich bei 555 Nanometer am höchsten, während es auf die Wellenlängen am roten und blauen Ende des Spektrums wesentlich weniger stark reagiert. Daher sehen grüne Farben leuchtender aus als Farben an den Enden des Spektrums. Der *Lichtreflexionsgrad* eines Brillenglases entspricht dem Reflexionsgrad des Glases, gewichtet anhand der Empfindlichkeit des menschlichen Auges für die einzelnen Farben. Der maximale Reflexionsgrad standardmäßiger Entspiegelungen liegt häufig im grünen Spektralbereich (Abbildung 11).

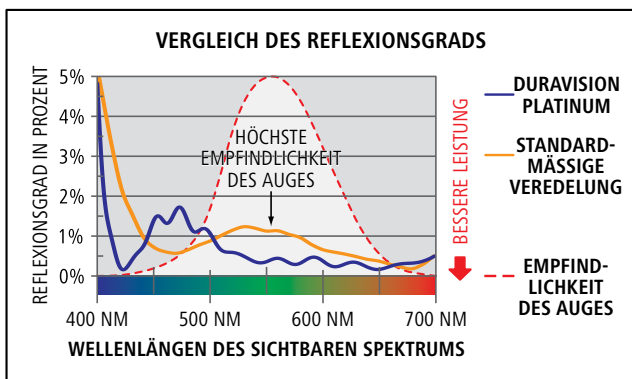


Abbildung 11. Während herkömmliche Entspiegelungen maximale Reflexionsgrade für den Bereich erreichen, den das Auge am stärksten wahrnimmt, wurde der maximale Reflexionsgrad bei DuraVision Platinum an das blaue Ende des Spektrums verschoben, um die Sichtbarkeit zu reduzieren.

Die Wahl einer grünlichen Restreflexfarbe stellt für viele Standardentspiegelungen eine Einschränkung der optischen Eigenschaften dar. Bei der DuraVision Platinum Entspiegelung wird dagegen eine Beschichtung verwendet, deren maximaler Reflexionsgrad vom Bereich der größten Empfindlichkeit des Auges an das blaue Ende des sichtbaren Spektrums verschoben wurde. Durch diese ausgeklügelte Steuerung der Lichtreflexfarbe für die Beschichtung verringert sich der Lichtreflexionsgrad der Brillenglasoberfläche auf rund 0,5 %. Damit werden die Restreflexionen so veredelter Brillengläser weniger stark wahrgenommen. Gleichzeitig erhöht sich die Lichtdurchlässigkeit des Brillenglases auf mehr als 98 %. Die DuraVision Platinum Veredelung weist einen um bis zu 20 % verringerten Lichtreflexionsgrad auf als viele andere führende Entspiegelungen mit grünlichen Reflexfarben (Abbildung 12).<sup>7</sup>

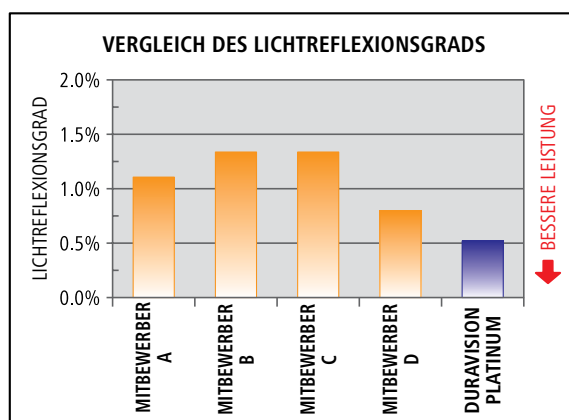


Abbildung 12. Gegenüber vielen anderen führenden Entspiegelungen ist der Lichtreflexionsgrad für DuraVision Platinum deutlich kleiner und die Lichtdurchlässigkeit steigt.

Durch die Verlagerung des maximalen Reflexionsgrads in den blauen Spektralbereich erzeugt die DuraVision Platinum Entspiegelung außerdem eine kosmetisch angenehmere, „eisblaue“ Restreflexfarbe. Aufgrund der niedrigeren Farbempfindlichkeit des Auges für den blauen Spektralbereich ist dieser Blauton weniger auffällig als die grünliche Reflexfarbe vieler herkömmlicher Entspiegelungen (Abbildung 13). Brillenträger werden neben der maximalen Transparenz der Brillengläser auch das hervorragende optische Erscheinungsbild schätzen.

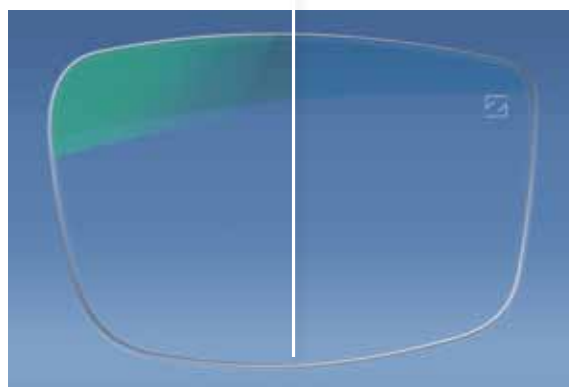


Abbildung 13. Fotografien von DuraVision Platinum und einer herkömmlichen Entspiegelung im Vergleich nebeneinander illustrieren den deutlichen Unterschied bei der Sichtbarkeit von Restreflexionen für beide Arten von Veredelungen.

## Bedeutung entspiegelter Brillengläser mit hervorragenden Eigenschaften

Oberflächen von Korrektionsgläsern reflektieren erhebliche Mengen einfallenden Lichts. Dieser Umstand zieht sowohl für das optische Erscheinungsbild als auch für den Sehkomfort Folgen nach sich. In kosmetischer Hinsicht lassen äußere Oberflächenreflexe und innere Oberflächenspiegelungen an der Brillenglaskante, die durch Lichtquellen in der Umgebung verursacht werden, die Gläser dicker und auffälliger erscheinen. Beispielsweise überzeichnen bei Minusgläsern unansehnliche innere Spiegelungen an der Brillenglaskante den „Glasbaustein-Effekt“. Da Spiegelungen der Brillengläser außerdem oft die Augen des Trägers und die Gesichtszüge im Augenbereich überdecken, kann die menschliche Interaktion durch Reflexionen behindert werden, die dem Betrachter die Aufnahme von Augenkontakt und die Erkennung des Gesichtsausdrucks erschweren.

In optischer Hinsicht führen Spiegelungen der Brillengläser zu einem Verlust an Helligkeit und Kontrast der Bilder. Brillenglasreflexionen verringern nicht nur die Lichtdurchlässigkeit, sondern erzeugen außerdem schleierartige Blendeffekte und störende „Geisterbilder“ heller Objekte im Sichtfeld. Geisterbilder und Blendeffekte führen zu „visuellem Rauschen“, das die Qualität des Bildes auf der Netzhaut, den Sehkomfort und die optischen Eigenschaften mindert. Klinische Studien zeigen, dass das Seherlebnis mit entspiegelten Brillengläsern klarer und angenehmer ist als bei unbeschichteten Gläsern. Diese Studien belegen außerdem eine deutliche Verbesserung der Kontrastempfindlichkeit für entspiegelte Brillengläser bei schwachem Licht, beispielsweise beim nächtlichen Autofahren.<sup>8</sup>

Darüber hinaus steigt der Reflexionsgrad einer Brillenglasoberfläche zusammen mit dem Brechungsindex des Brillenglasmaterials. Kosmetische und optische Effekte von Oberflächenspiegelungen fallen daher für die heutzutage sehr beliebten Brillenglasmaterialien mit hohem Index besonders problematisch aus. Manche der derzeit verfügbaren Brillengläser mit sehr hohem Brechungsindex weisen Gesamtreflexionen von bis zu 14 % auf (Tabelle 1). Angesichts der Premium-Positionierung dieser Brillenglasmaterialien, die vielfach einen höheren Preis bedeuten, haben Brillenträger bei solchen Brillengläsern Anspruch auf exzellente optische Eigenschaften und den bestmöglichen Schutz gegen Verschleiß.

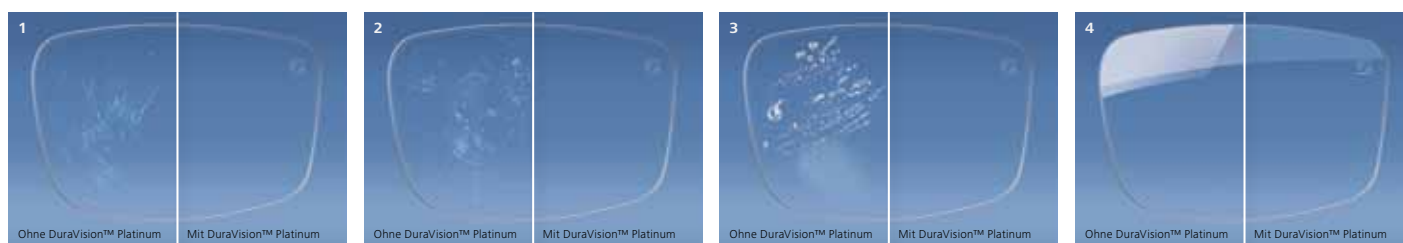
» DuraVision Platinum von ZEISS bietet Entspiegelung mit wirklich hervorragenden Eigenschaften.

Tabelle 1. Die Gesamtreflexion nimmt mit dem Brechungsindex des Glasmaterials zu.

Brechungsindex	1.50	1.55	1.60	1.67
Reflexionsgrad	7.7%	8.9%	10.1%	11.8%

Konsumenten fordern Produkte mit hervorragenden Eigenschaften, die das Seherlebnis verbessern. Entspiegelungen bieten Brillenträgern transparent klare und kosmetisch ansprechende Brillengläser, da störende Reflexionen praktisch wegfallen. Mit DuraVision Platinum steht Brillenträgern jetzt eine Veredelung zur Verfügung, die höchste Transparenz mit dem Komfort der problemlosen Reinigung und der Sicherheit hoher Widerstandsfähigkeit bietet (Abbildung 14).

### Überblick: ZEISS Brillengläser mit DuraVision™ Platinum Veredelung ...



... sind härter als je zuvor.

... sind schmutzabweisend.

... lassen sich leicht reinigen.

... bieten erstklassige Entspiegelungseigenschaften.

Abbildung 14. Die Vorteile von DuraVision Platinum im Überblick.

- Image- und Bekanntheitsstudie unter Verbrauchern in 8 Ländern durch ein unabhängiges Marktforschungsinstitut (n = 6.000).
- In Japan und China durchgeführte quantitative Untersuchung eines unabhängigen Marktforschungsinstituts (n = 120) und interne qualitative Studie für die USA und Europa (n = 38).
- Ergebnis einer instrumentierten Eindringprüfung nach DIN/ISO 14577 mit einem CSM Ultra Nanoindenter für beschichtete Brillengläser mit hohem Brechungsindex von n = 1,6.
- Ergebnis eines Bayer-Tests gemäß COLTS-Standardarbeitsanweisung und COLTS-zertifiziertem Abrasivmittel für Brillengläser aus thermoplastischem Kunststoff.
- Ergebnis von Kontaktwinkelmessungen für Wasser an beschichteten Brillengläsern aus thermoplastischem Kunststoff.
- Marechal N. und Blacker R., „Anti-Static, Anti-Reflection Coating“. US-Patent 6,852,406; 2005.
- Ergebnis von Messungen des Lichtreflexionsgrads an beschichteten Brillengläsern mit hohem Brechungsindex von n = 1,6.
- Ross J. und Bradley A. (1997), „Visual performance and patient preference: a comparison of anti-reflection coated and uncoated spectacle lenses“. *J. Am. Optom. Assoc.* 68(6), 361-365.

**Carl Zeiss Vision GmbH**  
73430 Aalen, Deutschland  
info-de@vision.zeiss.com  
www.vision.zeiss.de

